

ഇന്ത്യയിലെ പഴയ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രനിരീക്ഷണം

ഡോ.സുവർണ്ണ നാലപ്പാട്ട്

ഇന്ത്യയിലെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രം നിരീക്ഷണമൊന്നും കൂടാതെ വെറുതെ ഗണിതം മാത്രം വെച്ച് ഉണ്ടായതാണെന്ന ധാരണ തെറ്റാണ് എന്ന് നിരവധി ഗവേഷകർ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. നിരവധി നിരീക്ഷണഉപകരണങ്ങളെ സിദ്ധാന്തകാരന്മാര് പരാമർശിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. അവരുടെയെല്ലാം വരികളിലൂടെ ഒരു യാത്ര ചെയ്യുന്ന പക്ഷം ഈ ഉപകരണങ്ങളെയെല്ലാം കണ്ടെത്താവുന്നതാണ്. ഡേവിഡ് പിൻഗ്രി യവനേശ്വരന്റെ ഗ്രീക്ക് ഗ്രന്ഥം എഡി 148-150ൽ സംസ്കൃതത്തിലേക്ക് പരിഭാഷപ്പെടുത്തുകയുണ്ടായെന്നും എഡി 269-270ൽ അതിനെ യവനജാതകമെന്ന പേരില്

സ്സജിധ്വജൻ ശ്ലോകങ്ങളാക്കിയെന്നും അതിൽനിന്നാണ് ഇന്ത്യക്കാർക്ക് നിരീക്ഷണഉപകരണങ്ങളെല്ലാം മനസ്സിലായതെന്നും വാദിക്കുന്നതിലെ നിരർത്ഥകത യൂക്കിയോ ഒക്കാഷി ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയിട്ടുണ്ട്.ഒന്നാമതായി ഇതിലെ അവസാനത്തെ(79ആം)അദ്ധ്യായം മാത്രമാണ് മാത്തമാറ്റിക്കൽ ആസ്ട്രോണമി. ബാക്കി 78 അദ്ധ്യായവും യവനജാതകത്തില് വെറും ആസ്ട്രോളജിയാണ്. 79ആം അദ്ധ്യായത്തിലാകട്ടെ, യവനരുടെ മാത്രമല്ല, വസിഷ്ഠന്റെയും ആസ്ട്രോണമി പറയുന്നുമുണ്ട്. രണ്ടാമതായി, വേദാംഗജ്യോതിഷകാലത്തുതന്നെ ഇന്ത്യക്കാർക്ക് ശങ്കു,ക്ലെപ്സിഡ്ര എന്ന ഘടികായന്ത്രം എന്നിവ അറിയാം.

റോഗർ ബില്ലാർഡ് സംസ്കൃതത്തിലുള്ള നിരവധി ആസ്ട്രോണമി ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന നിരീക്ഷണമാർഗ്ഗങ്ങളെ അനലൈസ് ചെയ്ത് ഇന്ത്യയിൽ വളരെക്കാലമായി തുടർച്ചയായി ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രനിരീക്ഷണം നടക്കുന്നുണ്ടെന്ന് തെളിയിച്ചു.എന്നാല് അതിനെ പിൻഗ്രി നഖശിഖാന്തം എതിർത്തു.പിൻഗ്രി പറയുന്ന കാരണങ്ങൾ:-ആര്യഭടൻ നിരീക്ഷണം നടത്തിയിരുന്നില്ല,കാരണം ആര്യഭടനുമുമ്പ് ഇന്ത്യയിൽ വാനനിരീക്ഷണകേന്ദ്രങ്ങളുണ്ടായിരുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ആര്യഭടന് യഥാർത്ഥ മദ്ധ്യമരേഖാംശം നിരീക്ഷിക്കാനായിട്ടുണ്ടാവില്ല. ആര്യഭടന്റെ തെറ്റായ ഗ്രഹമാതൃക വെച്ച് അതിനു സാധിക്കാനൊരു വഴിയുമില്ല. ഈ വീക്ഷണത്തിന് യാതൊരു നീതീകരണവുമില്ല. ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രനിരീക്ഷണം ചെയ്ത് ആ നിരീക്ഷണഫലത്തി ൽനിന്ന് ആസ്ട്രോണമിക്കല് കോൺസ്റ്റന്റ് അറിയുന്നതിന് എല്ലാ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കും സാധിച്ചിരുന്നുവെന്ന് അവരുടെ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ കാണിക്കുന്നു. സംസ്കൃതത്തിലെ ഗണിതഗ്രന്ഥങ്ങൾ അവയുടെ കാലമനുസരിച്ച് മൂന്നായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1.കല്പാദി മുതലുള്ളവ സിദ്ധാന്തമെന്നറിയുന്നു. വരാഹമിഹിരൻ ക്രോഡീകരിച്ച അഞ്ചുസിദ്ധാന്തങ്ങളും ഇതിലാണ് പെടുന്നത്.

2.തന്ത്രം .കലിയുഗാരംഭം മുതലുള്ളത്. വരാഹമിഹിരൻ തന്റെ പഞ്ചസിദ്ധാന്തികാക്രോഡീകരണത്തെ തന്ത്രമെന്ന് വിളിക്കുന്നു.അതായത് കല്പാദികളിലുള്ള സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ കലിയുഗാരംഭംമുതലുള്ള തന്ത്രമാണ് വിഷയം. തന്ത്രമെന്നാൽ ടെക്നിക്ക് ആണ്.

3.കരണം. ഗ്രന്ഥകാരന് തനിക്ക് ഇഷ്ടപ്പെട്ട ഏതു വർഷത്തെ തെരഞ്ഞെടുത്തും , സിദ്ധാന്തതന്ത്രാദികളിൽ പറഞ്ഞ ഗണിതം ചെയ്യുകയും തന്റെ നിരീക്ഷണം വെച്ച് ഗ്രന്ഥരചന ചെയ്യുകയുമാവാം. പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിൽ എഡി 427 എന്ന കരണവർഷത്തെ എടുത്ത് വരാഹമിഹിരൻ ഇത് ചെയ്യുന്നതിനാലാണ് ഈഗ്രന്ഥം ഒരു കരണഗ്രന്ഥമാവുന്നത്.

സാധാരണ ഒരുമഹായുഗകാലം 4320000 വര്ഷമാണ്.1000 മഹായുഗമാണ് ഒരുകല്പം. ഇതിലാണ് കൃത,ത്രേതാ.ദ്വാപര,കലിയുഗങ്ങൾ വരുന്നത്. കൃതയുഗം 1728000, ത്രേതായുഗം 1298000,ദ്വാപരയുഗം 864000, കലിയുഗം 432000 എന്നാണ് കണക്ക്.ആര്യഭടൻ ഈ സമ്പ്രദായം സ്വീകരിക്കുന്നില്ല. 1008 മഹായുഗം ഒരുകല്പം ഓരോ മഹായുഗത്തിനും സമമായ കാലം എന്ന് കരുതുന്നു.

സിദ്ധാന്തം.

സിദ്ധാന്തങ്ങളാണ് ഇന്ത്യയിലെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഏറ്റവും ഫണ്ടമെന്റലെന്നു പറയാവുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങള്.ഇവക്ക് രണ്ടുഭാഗമുണ്ട്. ഗ്രഹഗണിതാദ്ധ്യായവും ഗോളാദ്ധ്യായവും ഗ്രഹഗണിതാദ്ധ്യായത്തിൽ

1. മദ്ധ്യമഗതിസംബന്ധമായ മദ്ധ്യമാദ്ധ്യായം
2. സ്പഷ്ടാദ്ധ്യായം

3. ത്രിപ്രശ്നാദ്ധ്യായം(ദിശ,കാലം,ദേശം)
4. ചന്ദ്ര,സൂര്യഗ്രഹണം..
5. ചന്ദ്രന്റെ വൃദ്ധിക്ഷയം
6. ഹെലിക്കൽ ഉദയവും അസ്തമയവും
7. ഗ്രഹനക്ഷത്രയോഗങ്ങൾ
8. ഗ്രഹങ്ങളുടെ നോഡുകളായ രാഹുകേതുക്കൾ

എന്നിവ കാണാം.ഗോളാദ്ധ്യായത്തിലാണ് യന്ത്രാദ്ധ്യായം അഥവാ നിരീക്ഷണോപകരണങ്ങളെക്കുറിച്ച് പറയുന്നത്. കൂടാതെ ഗോളബന്ധനം (ആർമില്ലറി സ്ഫിയറിനെ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള തന്ത്രം)കൂടി പറയുന്നു.എല്ലാ സിദ്ധാന്തത്തിലും യന്ത്രാദ്ധ്യായം ഉണ്ട് എന്നത് കല്പകാലംമുതലേ നിരീക്ഷണവുമുണ്ടെന്നതിന്റെ സൂചനയാണ്.എന്തെല്ലാമാണ് ഇന്ത്യക്കാരുടെ നിരീക്ഷണോപകരണങ്ങളെന്ന് നോക്കാം.

വരാഹമിഹിരന്റെ പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിലെ ഛേദ്യകയന്ത്രാണി എന്ന അദ്ധ്യായം ഗ്രാഫിക്ക് ഗണിതത്തിനും നിരീക്ഷണത്തിനുമുള്ള ഉപകരണങ്ങളെ പറയുന്നു കരണഗ്രന്ഥം എഡി427ലാണ്. പത്തോളം യന്ത്രങ്ങളാണ് ഈ അദ്ധ്യായത്തിലുള്ളത്. ആര്യ ഭടീയരചന എഡി 499 ലാണ്.രണ്ടു വിധത്തിലാണ് ആര്യഭടീയരചന. സ്വയം ഭ്രമണംചെയ്യുന്ന ആകാശഗോളമോഡലിനെ ആര്യഭടീയം പരാമർശിക്കുന്നുണ്ട്. അർദ്ധരാത്രികപക്ഷത്തിലുള്ള ആര്യഭടീയത്തിലാകട്ടെ ഒമ്പതോളം യന്ത്രങ്ങളുണ്ട്.

ആര്യഭടീയം	പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക
ഛായായന്ത്രം	രേഖപ്പെടുത്തിയ സമമണ്ഡല വൃത്തത്തിൽ ഗണിതനിരീക്ഷണ ങ്ങള്
ധനുർയന്ത്രം	ഗോളയന്ത്രം

യഷ്ടിയന്ത്രം	യഷ്ടി
ചക്രയന്ത്രം	ചക്രം
തോയയന്ത്രം	ജലഘടികാരം
ഘടികായന്ത്രം	ഘടിക ക്ലെപ്സിഡ്ര
കപാലയന്ത്രം	കപാലം
ശങ്കുയന്ത്രം	ശങ്കുഛായായന്ത്രം
ഛത്രയന്ത്രം	നക്ഷത്രത്തിന്റെ മദ്ധ്യഗതി കണക്കാക്കുന്നതും,അഗസ്ത്യനിരീക്ഷണവും
	ഭൂരേഖാംശവും ദൂരവും അളക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളും ,അയനത്തിന്റെ വിശദീകരണവും നിർവചനങ്ങളും

മദ്ധ്യഗതി ഗോളവിത്ത് പ്രത്യക്ഷമായി ദർശിച്ചതാണെന്ന് ബ്രഹ്മഗുപ്തന് യന്ത്രാദ്ധ്യായത്തിൽ സാക്ഷ്യപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. Mean motion അഥവാ മദ്ധ്യഗതി പ്രത്യക്ഷമായി നിരീക്ഷിച്ചറിയാത്തവരെ ആചാര്യനെന്നു വിളിക്കാറില്ല,എന്നദ്ദേഹം പറയുന്നുണ്ട്. അദ്ദേഹം ഒരു പ്രധാനചോദ്യം ചോദിക്കുന്നു.ഇത് ഇന്നത്തെ പിൻഗ്രിയെപ്പോലുള്ളവരെ ഉദ്ദേശിച്ചാണ്. അദ്ദേഹം പറയുന്നു:- ഗണിതജ്ഞര് ഗോളജ്ഞരാണ്. ഗോളജ്ഞർ ഗ്രഹഗതി അറിയുന്നവരാണ്, ഗണിതവും ഗോളവുമറിയാത്ത ഒരാളെങ്ങനെ ഗ്രഹഗതിയറിയും. ഗോളത്തിന്റെ പരിഛേദം അറിയാൻ യന്ത്രം കൂടാതെ ആർക്കും കഴിയുകയുമില്ല.

ആര്യഭടന് യന്ത്രമുപയോഗിച്ച വാനനിരീക്ഷണം ഉണ്ടായിരുന്നില്ലെങ്കിൽ (പിൻഗ്രി പറയുന്നതുപോലെ) അദ്ദേഹമെങ്ങനെ ഗ്രഹഗതിയറിയുമായിരുന്നു. ഗ്രഹഗതി അറിയാവുന്ന ഒരു ഗോളജ്ഞനാണ് ആര്യഭടനെന്നതിനാൽ അദ്ദേഹം യന്ത്രങ്ങളുപയോഗിച്ച് പരമ്പരാഗതഇന്ത്യന് രീതിയില് വാനനിരീക്ഷണം നടത്തിയിട്ടുമുണ്ടാവണം.ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ ലിസ്റ്റിലുള്ളത് 17 യന്ത്രങ്ങളാണ്.

സപ്തദശകാലയന്ത്രാണ്യതോ ധനു,സ്തുര്യഗോളകം,ചക്രം,

യഷ്ടി,ശങ്കുര്,ഘടികാ,കപാലകം,കർത്തരീ,പീഠംസലിലം,ഭ്രമോ
അവലംബ,കർണ്ണച്ഛായാ,ദിനാർദ്ധമകൌക്ഷഃ
നതകാലജ്ഞാനാർക്കതേക്ഷം സംസാധനാന്യഷ്ടൌ

സലിലേന സമം സാദ്ധ്യം ഭ്രമേണ വൃത്തമവലംബകേനോർദ്ധ്വം

തിര്യക് കർണ്ണേനാണ്യൈഃകഥിതൈശ്ച നവപ്രവക്ഷ്യാമി.

1. ധനുസ് (semicircle)
2. തുര്യഗോളകം(quadrant)
3. ചക്രം(wheel,circle)
4. യഷ്ടി(staff.different types)
5. ശങ്കു(gnomon)
6. ഘടിക(clepsydra)
7. കപാലകം(bowl, hemispherical sundial)
8. കർത്തരി(Equatorial sundial)scissiors.

9. പീഠം(horizontal circle with vertical gnomon) seat
10. സലിലം(water instruments of different types)
11. ഭ്രമം(compass)
12. അവലംബകം(Plumb line)
13. കർണ്ണം(set square)
14. ഛായ(shadow)
15. ദിനാര്ദ്ധം(midday)
16. അര്ക്ക(sun)
17. അക്ഷം(latitude)

സലിലംമുതലുള്ള 8 എണ്ണം സമയം അറിയുന്നതിന്നാണ്.

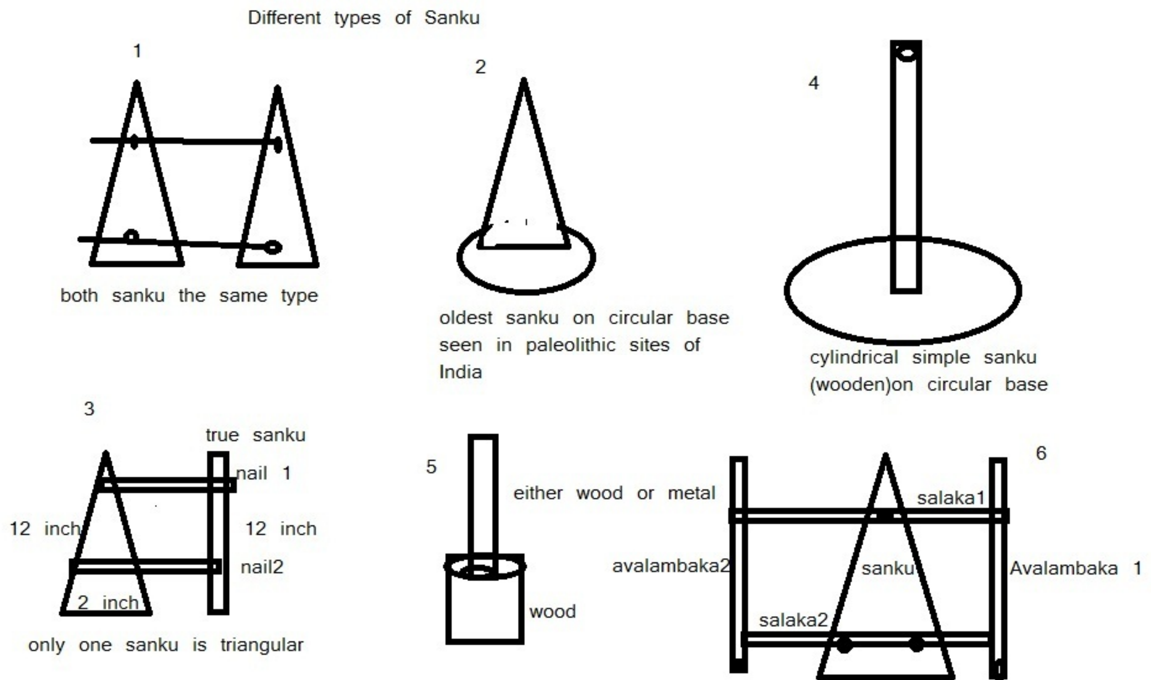
ആദ്യമായി ജലത്തിന്റെ ഒഴുക്ക് നോക്കി സമമായ ഒരു ഭ്രമി കണ്ടുപിടിക്കുക (സമതലം)ഒരുജോടി ഭ്രമംകൊണ്ട് അതിലൊരു വൃത്തം വരക്കുക, അവലംബകംകൊണ്ട് ഒരു വെർട്ടിക്കലായ ലംബരേഖയും. കർണ്ണം അഥവാ സെറ്റ് സ്ക്വയറുകൊണ്ട് വളഞ്ഞ (ഒബ്ളിക്ക്)രേഖ വരക്കുക. ഇത്രയും പഠിച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ മറ്റ് 9 യന്ത്രങ്ങളേയും ,സ്വയം ഭ്രമണംചെയ്യുന്ന യന്ത്രത്തേയും ഒന്നൊന്നായി ആചാര്യന്മാർ(ബ്രഹ്മഗുപ്തനെ പ്പോലുള്ളവർ) വ്യാഖ്യാനിച്ചുതരുന്നു.14 അദ്ധ്യായമാണ് ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിലെ യന്ത്രാദ്ധ്യായത്തിലുള്ളത്.

പ്രാരംഭം(ഉപക്രമം),യന്ത്രങ്ങളുടെ ലിസ്റ്റ്,ധനുസ്സ്,തുര്യഗോളകം,ചക്രം, യഷ്ടി,ശങ്കു,ഛടിക,കപാലകം,കർത്തരി,പീഠം,ജലയന്ത്രങ്ങൾ,സ്വയംഭ്രമണംചെയ്യുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ,ഉപസംഹാരം.ഖണ്കാദ്ധ്യായത്തിലെ (എഡി 665)ഒന്നാംഭാഗം അർദ്ധരാത്രികപക്ഷവും രണ്ടാംഭാഗം അതിനുള്ള ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ തിരുത്തലുകളുമാണ്.അതിന്റെ അവസാനത്തിലും ശങ്കു,ഘടിക എന്നിവ വിശദമാക്കിയിട്ടുണ്ട്.ലല്ലന്റെ ശിഷ്യധീവൃദ്ധിദതന്ത്രത്തിൽ(8- 11 നൂറ്റാണ്ട്)ഗോളം,ഭഗണം, ചക്രം,ധനു,ഘടി,ശങ്കു, കർത്തരി, ശകടം,പീഠം,ശലാക,യഷ്ടി ഇവയുണ്ട്. കൂടാതെ ജലയന്ത്രങ്ങളും സ്വയം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഗോളവും ഛായായന്ത്രങ്ങളും വിവരിക്കുന്നു. വടേശ്വരസിദ്ധാന്തത്തിലെ(904 എഡി) ത്രിപ്രശ്നാദ്ധ്യായത്തിൽ ശങ്കു, യഷ്ടി എന്നിവയും ത്രികോണാകൃതിയിലുള്ള പ്രത്യേകതരം യഷ്ടിയും പറയുന്നു.ഇത് ബിസി 9000 മുതല് ഇന്ത്യയില് കാണുന്ന ഒരു പാലിയോലിത്തിക് ഉപകരണമാണെന്നത് സവിശേഷശ്രദ്ധ ചെലുത്തേണ്ട വിഷയമാണ്.ആധുനികസൂര്യസിദ്ധാന്തം സൌരപക്ഷമാണ്. പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിലെ സൂര്യസിദ്ധാന്തം പഴയതാണ്.വരാഹമിഹിരന്റെ പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിലെ 13ആം അദ്ധ്യായം ജ്യോതിഷോപനിഷത്ത് ഗോളബന്ധനത്തെ പറയുന്നുണ്ട്. മറ്റുള്ളവ(യഷ്ടി,ധനു,ചക്രം,കപാലകം, നരയന്ത്രമെന്ന ശങ്കു ,സ്വയം ഭ്രമിക്കുന്ന ഗോളം ജലയന്ത്രങ്ങള്)എന്നിവയും പറയുന്നു.14ആം അദ്ധ്യായത്തില് യന്ത്രങ്ങളെ പരാമർശിക്കുന്നു.

പതിനൊന്നാം നൂറ്റാണ്ടിലെ സിദ്ധാന്തശേഖരം കാലത്തിന്റെ പരി ഛേദം യന്ത്രസഹായം കൂടാതെ ആർക്കും സാദ്ധ്യമല്ല എന്ന് പറയുന്നു. അതിനാലാണ് സ്വയംവാഹകം എന്ന സ്വയം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന യന്ത്ര മടക്കമുള്ള എല്ലാ യന്ത്രങ്ങളേയും താനിവിടെ വിവരിക്കുന്നതെന്നും പറ യുന്നു. ജലസഹായത്താൽസമതലഭൂമി കണ്ടെത്തി ഭ്രമംകൊണ്ട് വൃത്ത വും,കർണ്ണംകൊണ്ട് ത്രികോണവും ക്വാഡ്രാങ്കിളും ഉണ്ടാക്കുക. ലംബം ഋജ്ജുരേഖക്കുവേണ്ടിയാണ്. ജലയന്ത്രത്തിനുവേണ്ട ബീജങ്ങളാണ് തൈ ലവും,ജലവും രസവും(മെർക്കുറി) സൂത്രവും (ചരട്).

കാലവും ദിശയുമറിയാനായി ശ്രീപതി പറയുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ ഗോളം, ച ക്രം,കാർമുഖം(ധനു) കർത്തരി,കപാലകം,പീഠം,ശങ്കു,ഘടി,യഷ്ടി,ഗന്ത്രി(ശ കടവും യഷ്ടിയുടെ വകഭേദവും).ഇവകൂടാതെ സ്വയം ഭ്രമണംചെയ്യുന്ന ഗോളവും ജലയന്ത്രവും ഛായായന്ത്രവും ശ്രീപതി പറയുന്നു.സിദ്ധാന്ത ശേഖരത്തിലെ യന്ത്രാദ്ധ്യായത്തിലും ഇവയെല്ലാം കാണുന്നുണ്ട്.എഡി 1150ലെ സിദ്ധാന്തശിരോമണിയിൽ ഇവകൂടാതെ നാഡീവലയവും ഫലകവും ധീയും കൂടിയുണ്ട്. സോമ,ബ്രഹ്മ,പൈതാമഹ, വൃദ്ധവാസിഷ്ഠ, വാസിഷ്ഠ,സിദ്ധാന്തങ്ങളിലും യന്ത്രങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തിന്റെ സൂചന

കാണുന്നു.



ഏറ്റവും പഴയ യന്ത്രം ശങ്കുവാണ്. കാത്യായനശുൽബസൂത്രത്തിലും അ ർത്ഥശാസ്ത്രത്തിലും ശങ്കുവുണ്ട്. ഏറ്റവും ലളിതമായി പറഞ്ഞാല്,ഇത് ലംബമായി നാട്ടിയ ഒരു വടിയാണ്.വൃദ്ധവാസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിൽ നരയന്ത്രം എന്ന് ശങ്കുവിന്റെ വകഭേദമുണ്ട്. ആര്യഭടസിദ്ധാന്തത്തിൽ 3 വിധം ശങ്കു പറയുന്നു.

1. താഴെ 2 അംഗുലം വ്യാസം ,വൃത്താകാരമായി സിലിണ്ടർ രൂപത്തിലാണ് .12 അംഗുലമാണ് ഉയരം. ഉറപ്പുള്ള മരം കൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കിയതാണ്.
   തലേ ദ്വയംഗുലവിസ്താരാഃ സമവൃത്തോ ദ്വാദശോച്ഛ്രയഃ
   സാരദാരുപയാഃശങ്കുദ്വിതീയോ
   ദ്വാദശാംഗുലാഃസൂച്യഗ്രസ്ഥൂലമൂലോന്യസ്തദ്ദുതേസേവസ്ഥലാഗ്രയോഃസതി
   ര്യഗ്വേധസൂച്യോയോസ്ഥലംബസൂചിസ്ഥടോനരഃതുല്യാഗ്രസ്ഥലവൃത്തോ
   ന്യഃശങ്കുഃസ്യാദ് ദ്വാദശാംഗുലഃ
   യാവ്യക്താഃശങ്കുഭായന്ത്രക്സാവ്യക്തൈവ നതപ്രഭാ.

2. 12 അംഗുലം ഉയരം. മുകളിൽ സൂചിപോലെ ,താഴെ തടി കൂടിയിരിക്കും(ത്രികോണാകൃതി) അഗ്രത്തിനടുത്ത് അതേ ഉയരത്തിലായി രണ്ട് ആണികളിൽ തറച്ച മറ്റൊരു ശങ്കുവുണ്ട്. ഒന്ന് ലംബവും മറ്റേത് അതിനു വിപരീതമായി ഹൊറിസോണ്ടലായും .
3. കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് സമവൃത്തമായി രണ്ടറ്റവും സിലിണ്ട്രിക്കലായ 12 അംഗുലമുള്ള ശങ്കുവാണ്.ഛായയെന്നത് സൂര്യന്റെ ഉച്ച(സെനിത്ത്)ദൂരമാണ്.

ഇവയിലെ രണ്ടാമത്തെ ശങ്കുവിന്റെ വിശദീകരണം ഇങ്ങനെഃ- അടിഭാഗത്ത് 2 അംഗുലം വ്യാസം, മുകളിൽകൂർത്ത് ത്രികോണാകൃതി, 12 അംഗുലം ഉയരം. താഴേയും മുകളിലുമായി 2 ഛിദ്രം വീതം 4 ഛിദ്രം. അവയിലൂടെ 2 ശലാകകൾപിടിപ്പിക്കാം.അടുത്തായി രണ്ടാമതൊരു സ്തംഭമുണ്ടാക്കി അതിലും അതേ സ്ഥാനത്ത് 2 ഛിദ്രം വീതം ഉണ്ടാക്കണം .. ഛിദ്രങ്ങളിലൂടെ കടത്തിയ ശലാകകള് ,ഈ. 2 സ്തംഭങ്ങളെ യഥാർത്ഥശങ്കുവിന്റെ സപ്പോർട്ട് ആയി നിർത്തുന്നു. 2 ശലാകകളുടെ അഗ്രത്തിലെ ഛിദ്രത്തില്(വളരെ സൂക്ഷ്മം)സൂക്ഷ്മവും വൃത്താകാരവുമായ 12 അംഗുലമുള്ള ശലാക (യഥാർത്ഥശങ്കു) ഉറപ്പിക്കണം.അതായത് ഇവിടെ 2 ശങ്കുവുണ്ട്. ഒന്ന് വെർട്ടിക്കലും മറ്റൊന്ന് ഹൊറിസോണ്ടലും.സൂര്യസിദ്ധാന്തത്തിനുള്ള തമ്മയജ്വാന്റെ ഭാഷ്യത്തിൽ 3 വിധശങ്കു പറയുന്നു.ഒന്ന് സിലിണ്ട്രിക്കലാണ്. 12 ഇഞ്ച് ഉയരം,2 ഇഞ്ച് വ്യാസം. രണ്ടാമത്തേത് അടിഭാഗത്തുമാത്രം 2 ഇഞ്ച് വ്യാസം,മുകളിലേക്ക് സൂചിപോലെ ത്രികോണാകൃതി. .മുകളുംതോഴേയും 2 ഛിദ്രം ഉണ്ടാക്കി ശലാക ഉറപ്പിക്കുന്നു. ഇത് സ്തംഭംപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. രണ്ടു ശലാകകൾക്കിടയിലായി, സൂത്രം (ചരട്) ലംബമായി തൂക്കിയിടുന്നു. ഇതാണ് യഥാർത്ഥശങ്കുവായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഇതിനെ നരശങ്കു എന്നാണ് പറയുക.മൂന്നാമത്തേത് എല്ലാവരും ഉപയോഗിക്കുന്ന സാധാരണശങ്കു. വ്യാസം വളരെ കുറവായ സിലിണ്ടർ,ഉയരം 12 അംഗുലം തന്നെ.ഭാസ്കരൻഒന്നാമന്റെ ആര്യഭടീയഭഷ്യത്തിൽമൂന്നുതരം ശങ്കു പറയുന്നു.

1. ദ്വാദശാംഗുലശങ്കുർമൂലത്രിഭാഗേചതുരസ്രോ മദ്ധ്യത്രിഭാഗേത്രിസ്ത്രി,ഉപരിത്രിഭാഗേ ശൂലാകാര ഇതി.
2. ചതുരസ്രശ്ചതുർദിശമവലംബകസാധനസംഭവാത്കോടിദ്വയേന ഛായാഗ്രഹണാദഭീഷ്ടകോട്യാം ദിഗ് ഗ്രഹണാസിദ്ധിരിതി
3. പ്രശസ്തദാരുമയേഹ്യസുഷിരോരാജിഗ്രന്ഥിവ്രണവർജ്ജിതോഭ്രമസിദ്ധോ, മൂലമദ്ധ്യാഗ്രന്തശലതുല്യവൃത്തോനാല്പവ്യാസോനാല്പായാമശ്ചപ്രശസ്തഃ

ആദ്യത്തേത് 12 അംഗുലം ഉയരം,താഴെ മൂന്നിലൊന്ന് ഭാഗം പ്രിസം പോലെ ചതുരസ്രമായിരിക്കും. മുകളിലെ മൂന്നിലൊന്ന് ശൂലാകാരമായി കൂർത്തിരിക്കും. രണ്ടാമത്തേത് ചതുരശ്രം,അതിന്റെ നാലുമുഖം നാലുദിശയിലായി തിരിഞ്ഞിരിക്കും.വെർട്ടിക്കാലിറ്റി ഉറപ്പാക്കാൻ, 2 ലംബകങ്ങളുടെ ഛായ പരസ്പരം ഒന്നാക്കുംവിധം വെക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ കിട്ടിയ ലംബകത്തിന്റെ ദിശയിലാണ് സൂര്യന്റെ ദിശ എന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തുന്നു. ഇതുണ്ടാക്കാൻ വിഷമമാണെന്നും സൂര്യദിശ അനുസരിച്ച് യഥാർത്ഥശങ്കുവിന്റെ ദിശ മാറ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കയും വേണമെന്നും ഭാസ്കരൻ രണ്ടാമൻഅഭിപ്രായപ്പെടുന്നു..മൂന്നാമത്തേത്,പ്രശസ്തമായ നല്ലമരംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതും (സുഷിരമോ വരകളോ,പൊട്ടലോ ഇല്ലാത്തമരം) ഭ്രമണംചെയ്യുന്ന ഒരുപകരണംകൊണ്ട് മരം കടഞ്ഞുണ്ടാക്കിയതും വ്യാസം കൂടുതലുള്ളതും കൂടുതലുയരമുള്ളതമാണെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തണം.ഈ ശങ്കു വെർട്ടിക്കലായി ഉറപ്പിക്കുന്നു.പിന്നീട്,

ശങ്കോരുപരി കേന്ദ്രേവിഷ്കംഭാർദ്ധാധികാന്യാസമവൃത്താ
ശലാകാമദ്ധ്യപ്രസാധിനീ ലോഹീദാരവീ വാ ക്രിയതേ

ശങ്കുവിന്റെ മുകളിലും കേന്ദ്രത്തിലുമായി മറ്റൊരു സിലിണ്ട്രിക്കലായ ശലാക ദാരുകൊണ്ടോ ലോഹംകൊണ്ടോ ഉണ്ടാക്കി വെക്കുന്നു. അതിന്റെ ഉയരം അതിനെ സപ്പോർട്ടുചെയ്യുന്ന സ്തംഭത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസത്തേക്കാളും അധികമാവണം.കേന്ദ്രഭാഗത്ത് ഉറപ്പിക്കണം..

ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിലെ ത്രികോണാകൃതിയിലുള്ള ശങ്കുഇങ്ങനെഃ-

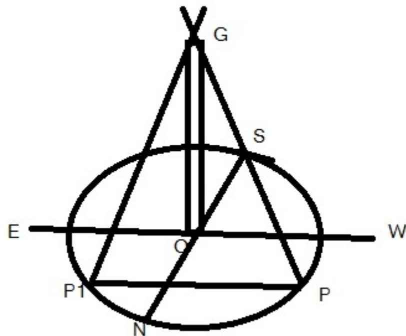
മൂലേ ദ്വയംഗുലവിപുലഃ സൂച്യഗ്രോ ദ്വാദശാംഗുലോച്ഛ്രായഃ

ശങ്കുതലാഗ്രവിദ്ധോ അഗ്രവേധലംബാദ് ഋജ്ജുജ്ഞേയഃ

ഇതുതന്നെ ഖണ്ഡകാദ്ധ്യായം ഭട്ടോല്പലഭാഷ്യത്തിലുംകാണാം. തലാഗ്ര വിദ്ധമെന്നാൽ തലം അഥവാ താഴെയും അറ്റം അഥവാ അഗ്രത്തിലും ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നത്. തലത്തിന് തൊട്ടുരി,ഇഷ്ടമുള്ള ഉയരത്തിൽ ഒരു ദ്വാരം, അഗ്രത്തിന് തൊട്ടുതാഴെ മറ്റൊന്നും. 2 ശലാകകളുടെ അഗ്രം അവയിലൂടെ കടത്തണം. 2 തുല്യ പ്രമാണമായ (ഒരേ നീളം) അവലംബ കങ്ങള് മുകളിൽനിന്ന് താഴേക്ക് ആ ശലാകയുടെ ഇരുവശവുമായി തൂക്കിയിടണം. ഇത് ശലാകയുടെ തിര്യഗ് അവസ്ഥ (ഹൊറിസോണ്ടാലിറ്റി) ഉറപ്പുവരുത്തുന്നു.അപ്രകാരം ഋജ്ജുത്വം സ്പഷ്ടമായി തെളിയിക്കുന്നു. (ചിത്രത്തിൽ 6 എന്ന് രേഖപ്പെടുത്തിയത്)

ലല്ലനും ശ്രീപതിയും ഒരേപോലുള്ള ശങ്കുവാണ് പറയുന്നത്.ഭ്രമയന്ത്രം കൊണ്ട് കടഞ്ഞുണ്ടാക്കിയ ഉറപ്പുള്ള മരമാണ് ശങ്കു.(ശ്രീപതി ആന ക്കൊമ്പും പറയുന്നു) മുകളിലും താഴെയും ഒരേ പരിധി,ഋജ്ജു, മുറിവോ ചതവോ പാടില്ല, 6 അംഗുലം വ്യാസം,12 അംഗുലം ഉയരം. നേരത്തെ ജലസഹായത്താൽ സമീകൃതമെന്ന് സ്ഥി രീകരിച്ച സ്ഥലത്ത്, സമ തലമായ പലകമേൽ 4 ദ്വാരങ്ങളിലാണ് ശങ്കു സ്ഥാപിക്കുന്നത്.പൈ 3 ആണെന്നുവരികിൽ,ലല്ലന്റേയും ശ്രീപതിയുടേയും ശങ്കു ആര്യഭടന്റെ ഒന്നാമത്തെ ശങ്കുവിന് തുല്യമാണ്. ഭാസ്കരൻരണ്ടാമന്റെ ശങ്കുകൊണ്ട് ദിക്ദേശകാലജ്ഞാനം കൂടാതെ, നിരീക്ഷകൻ നില്ക്കുന്ന അക്ഷാംശവും കാണാം.ഇതും ആനക്കൊമ്പുകൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കാവുന്നതാണ്.ശങ്കു ഉപ യോഗിച്ച് ദിശ,കാലം, ദേശം എന്നിവ കാണുന്ന വിധം ത്രൈരാശിക ത്തിലുണ്ട്.സിദ്ധാന്തത്തിലെ ത്രിപ്രശ്നാദ്ധ്യായത്തിലുമുണ്ട്. ശങ്കു ഉപയോഗിച്ച് ഇതെല്ലാം കാണുന്നവിധം വേദാംഗജ്യോതിഷകാലത്തു തന്നെ നിലവിലുണ്ടുതാനും. കാത്യായനശു ൽബസൂത്രത്തിലുള്ള ഈ മാർഗ്ഗം ഇന്ത്യൻസർക്കിൾമെത്തേഡ് എന്ന പേരിലാണ് അറിയ

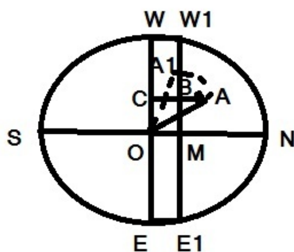
പ്പെട്ടുന്നത്.കാത്യായനശൂൽബസൂത്രത്തിലും സൂര്യ സിദ്ധാന്തത്തിലും ഇത് വിവരിക്കുന്നുണ്ട്.ആദ്യം സൂര്യന്റെ ഡെക്ലിനേഷനെ കണക്കിലെടുക്കാതെ, സ്ഫുടമാക്കാതെ കാണുന്നു,പിന്നീട് അതിനെ ഡെക്ലിനേഷനെ കണക്കിലെടുത്ത് സ്ഫുടം ചെയ്ത് നിശ്ചയിക്കുന്നു.



GO Sanku
P P1 points where tip of shadow touch in forenoon and afternoon
NS their perpendicular bisector .North south line
Perpeendicular bisector of NS is EW line.

The Indian circle method (uncorrected)

Corrected Indian circle method

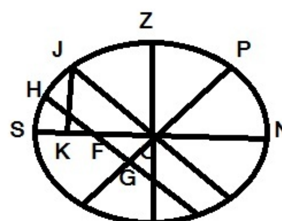


Ground levelcircle

OM equinoctial midday shadow when sanku is at O.

A .tip of shadow when sun is at X
A1 tip of shadow when sun is at X1

OA=OA1 since altitude at X ,X1 are same.

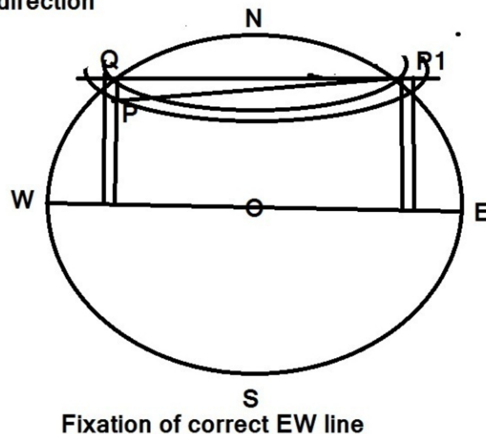


Orthographic projection of celestial sphere onto plane of meridian
X sun at arbitrary line on arbitrary day
X1 point on equator whose altitude is same as X

XX1=OF(Agram)
orthographic projection of AA1 on plane of meridian =AB
G top &PF gnomon are similar
AB=h/R X agram.
Agram=RX R.sin.delta/R.cos.Theta

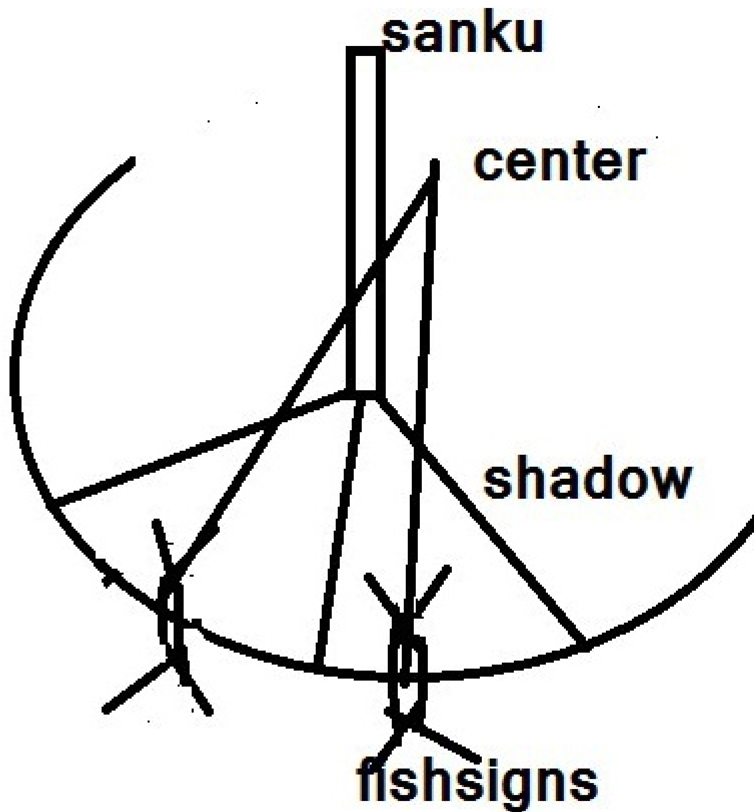
ആദ്യംശങ്കുഛായ,സൂര്യന്റെ ഉച്ചവും ഗതിയും,നിരീക്ഷകന്റെ അക്ഷാംശം ഇവതമ്മിലുള്ള ബന്ധം അറിയണം.ഛായയുടേയും സൂര്യോച്ചത്തിന്റേയും ബന്ധമെന്നത് കിഴക്കേ ഉദയബിന്ദുവും സൂര്യോദയസ്ഥാനവും തമ്മിലു ള്ള കോണികഅകലമാണ്.അഗ്രം OF. OM മദ്ധ്യാഹ്നഛായ. ഓ ർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷൻകൊണ്ടാണ് ഇവിടെ സ്ഫുടം ചെയ്യുന്നത്. പൃഥൂദകസ്വാമി ചതുർവ്വേദാചാര്യ (എഡി 864)ഇത് കൃത്യമായി പറഞ്ഞി ട്ടുണ്ട്. (ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തഭാഷ്യം) വൃത്തത്തിൽനിന്ന് ബഹിർഗ്ഗമിക്ക യും വൃത്തത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കയും ചെയ്യുന്ന ഛായയുടെ കാലത്തി ൽനിന്ന് അഗ്രത്തിന്റെ വ്യത്യാസം സ്ഫുടം ചെയ്യണം.ശ്രീപതിയുടെ സിദ്ധാന്തശേഖരം(4.2-3)പറയുന്നു:-

ദക്ഷിണോത്തരായനരേഖയിലൂടെ ഓരോ നിമിഷവും സൂര്യസഞ്ചാര മുള്ളതുകൊണ്ട് ദിശ അനുനിമിഷം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.ഇതിനെ സ്ഫു ടം ചെയ്യണം.ദിക്ക് ഋജുരേഖയല്ല. അനൃജുവാണ്.അതിനെ ഋജുവാക്ക ണം. (അപക്രമമൌർവ്വികൊണ്ട്)ഛായയുടെ നിർഗ്ഗമനപ്രവേശനവേള കളിലെ അപക്രമമൌർവ്വി (R sine of Sun’s declination)യിലുള്ള വ്യത്യാ സം കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് ഭൂമിയുടെ അക്ഷാംശത്തിന്റെ ലംബകം (കോ സൈൻ)കൊണ്ട് ഹരിക്കുക.കിട്ടുന്ന ഉത്തരമാണ് അംഗുലങ്ങളിലുള്ള സ്ഫുടം.പടിഞ്ഞാറേ ബിന്ദു സൂര്യന്റെ അയനത്തിന്റെ അതേ ദിശയിലേ ക്കും മാറ്റണം.അങ്ങനെ പൂർവ്വപശ്ചിമരേഖയും കിട്ടും.



Fixation of correct EW line

ദിശയറിയാനായി 3 ഛായകളുപയോഗിക്കുന്ന മാർഗ്ഗമാണ് പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിലുള്ളത്.(14. 14-16)



മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയുടെ കേന്ദ്രത്തിനടുത്തായി ഛായയുടെ അഗ്രം 3 സ്ഥലത്ത് മാർക്ക് ചെയ്യുക. 2 മത്സ്യചിഹ്നം രേഖപ്പെടുത്തുക. അവയുടെ ലംബകം പരസ്പരം ഛേദിക്കുന്നവിധം വരക്കണം. മത്സ്യങ്ങളുടെ വദനത്തിൽനിന്നുള്ള 2 രേഖകളുടെ പരസ്പരഛേദസ്ഥാനം കേന്ദ്രമാക്കി ഒരു വൃത്തം വരക്കുക. വൃത്തം 3 മാർക്കുകളേയും തൊടുന്നവിധമാണ്. അന്നത്തെ ദിവസത്തെ ശങ്കുഛായ ആ വൃത്തത്തെ വിട്ടുപോകാതെ അതിൽത്തന്നെ സഞ്ചരിക്കുന്നത് നിരീക്ഷിച്ചറിയുക.കേന്ദ്രവും ശങ്കുവിന്റെ

അറ്റവും യോജിപ്പിക്കുന്നത് ഉത്തരദക്ഷിണരേഖ.വൃത്തത്തിന്റെ- ശങ്കുവിൽനിന്ന് വടക്കേ ദിശയിലേക്കുള്ള-ദൂരമാണ് മാദ്ധ്യന്ദിനഛായ.ഈ ഛായയുടെ അറ്റം ഹൈപ്പർബോളയാണ്,കൃത്യമായ വൃത്തമല്ല എന്നതുകൊണ്ട് ഈ മാർഗ്ഗം സ്ഫുടമാർഗ്ഗമല്ലെങ്കിലും ,മദ്ധ്യന്ദിനഛായക്ക് അധികം തെറ്റുവരുന്നില്ല.പിന്നീട് സ്ഫുടം ചെയ്യുന്ന മാർഗ്ഗവും അവലംബിക്കുന്നു.

ശില്പശാസ്ത്രത്തിലെ സർക്കിൾമെത്തേഡ്:-മാനസര (500-700 എഡി) ദാരുനിർമ്മിതമായ ശങ്കു നീളം 24 , 18, 12 എന്നിങ്ങനെ ഏതുമാവാം. ഇതനുസരിച്ച് തലത്തിന്റെ (ബേസ്)വീതി 6, 5, 4 എന്ന് ഭേദപ്പെടുന്നു. തലത്തിൽനിന്ന് അഗ്രത്തിലേക്ക് കൂർത്തുവരുന്നതിനാല് അഗ്രത്തിലെ വീതി 2, 1, മൂന്നിലൊന്ന് എന്നിങ്ങനെയാണ്. 9 അംഗുലമുള്ള ശങ്കുവും ഉപയോഗിക്കാമെന്നു പറയുന്നു.ശങ്കു ഉപയോഗിച്ച നിരീക്ഷണം മാനസര(6.11-15)ഇങ്ങനെപറയുന്നു:-

സ്വീകരീകൃതഭൂതലേ

തന്മദ്ധ്യേ ബിന്ദുതത്വജ്ഞോശങ്കുയാമദ്വയേന ച

ഭ്രാമയേന്മണ്ഡലം കുര്യാത്തന്മദ്ധ്യേ ശങ്കുമർപ്പയേത്

പൂർവ്വാഹ്ണേശങ്കുതഛായാം പശ്ചിമേ മണ്ഡലാന്തകം

തത്രൈവബിന്ദുസംജ്ഞാശ്ച കുര്യാതുശില്പവിത്തമഃ

അപരാഹ്ണേശങ്കുതഛായാ പൂർവ്വദിങ്മണ്ഡലാന്തകേ

പൂർവ്വവദ്ബിന്ദുസംസ്ഥാപ്യപശ്ചാഛങ്കുത്യജേത്തതഃ

ശങ്ക്വായാമഷഡാധിക്യനവത്യംശവിഭാജിതേ

തസ്യാംശേന അപഛായാംത്യക്ത്വാപ്രാചിംനയേത്തതഃ

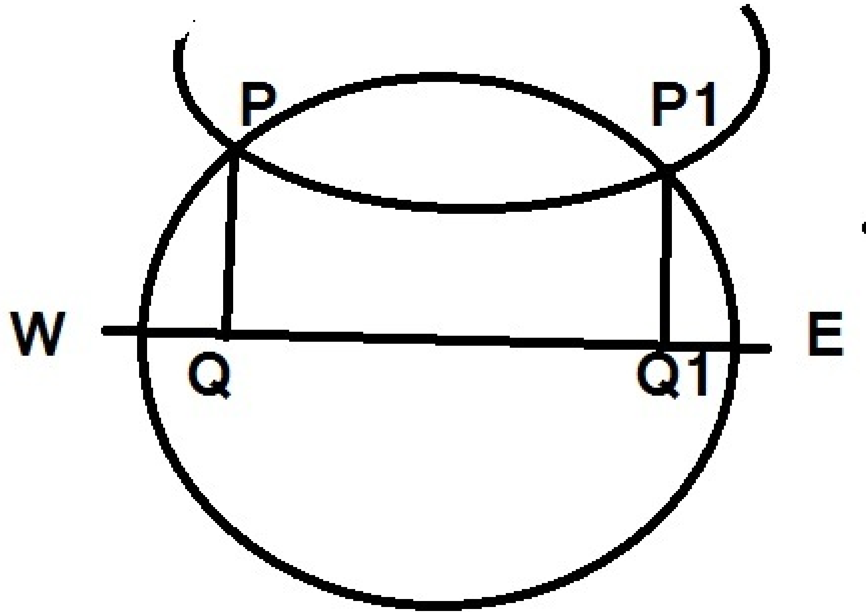
തെരഞ്ഞെടുത്ത സമമായ ഭൂതലത്തില് വിദ്വാനായ ശില്പി ശങ്കുവിന്റെ ഇരട്ടി നീളമുള്ള ചരട് ചലിപ്പിച്ച് വൃത്തം വരക്കുന്നു.അതിന്റെ നടുവിലാണ് ശങ്കു സ്ഥാപിക്കുന്നത്.പ്രഭാതത്തിൽ ശങ്കുഛായ പടിഞ്ഞാറേ പരിധിയെ തൊടുന്ന ബിന്ദുസ്ഥാനം മാർക്കുചെയ്യുന്നു. വൈകുന്നേരം കിഴക്കേ പരിധി തൊടുന്ന ബിന്ദുസ്ഥാനവും. ശങ്കുവിന്റെ നീളം 96 ആയി ഭാഗിക്കുന്നു.ഇതിൽനിന്ന് അപഛായയെ ഒഴിവാക്കി കിഴക്ക് നിശ്ചയിക്കുന്നു. പട്ടിക 12 മാസത്തേക്ക് (അംഗുലത്തിൽ)ഇങ്ങനെ തന്നിരിക്കുന്നു.

മാസം	ആദ്യത്തെ 10ദിനം	മദ്ധ്യത്തിലെ 10 ദിനം	അവസാനത്തെ 10 ദിനം
മേടം	2	1	0
ഇടവം	0	1	2
മിഥുനം	2	3	4
കർക്കിടകം	4	3	2
ചിങ്ങം	2	1	0
കന്നി	0	1	2
തുലാം	2	3	4
വൃശ്ചികം	4	5	6
ധനു	6	7	8
മകരം	8	7	6
കുംഭം	6	5	4
മീനം	4	3	2

ഈ അംഗുലങ്ങൾ,കേന്ദ്രത്തിന്റെ ഇടത്തുംവലത്തുമായി ,ഛായയിൽരേഖപ്പെടുത്തുന്നു. ഈ അംഗുലങ്ങളെ കിഴിച്ചശേഷം കിഴക്കുഭാഗത്തേക്കുള്ള രേഖ വരക്കണം.ഉത്തരായനകാലത്തെ 6 മാസം (മകരം-മിഥുനം) ഛായ തെക്കോട്ടു കുറഞ്ഞുവരുന്നു. ദക്ഷിണായനകാലത്തെ 6 മാസം(കർക്കിടകം- ധനു) ഛായ വടക്കോട്ടുകുറഞ്ഞുവരുന്നു.കിഴക്ക് ഇടത്തോട്ടഭിമു

ഖമായ ഛായയിൽ ഇടത്തേ ബിന്ദു രേഖപ്പെടുത്തുക.കിഴക്കോട്ടുചരിച്ച് വലത്തോട്ട് പടിഞ്ഞാറേ (ഇടത്തു)ബിന്ദുവും രേഖപ്പെടുത്തുക.അപചയം ഒഴിവാക്കി കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറേ രേഖ വരക്കുക മയമതത്തിലും ഈശാന ശിവഗുരുദേവപദ്ധതിയിലും ഇതേ അപചയപട്ടികകാണാം. ജെ.ഫിലി സാറ്റ് ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ദൈർഘ്യമുള്ള മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയാണ് അപച യഛായയെന്നു പറയുന്നു.ഈ അപഛായവെച്ച് നിരീക്ഷകന്റെ അ ക്ഷാംശം കാണാനാവും.(12 അംഗുലമുള്ള ശങ്കുവെച്ച്).ഈ അപഛായപ്പ ട്ടിക വെച്ച് ഇത് 10 ഡിഗ്രി,9 ഡിഗ്രി,5 ഡിഗ്രി അക്ഷാംശങ്ങളിലേതാ ണെന്ന് അദ്ദേഹം തെളിയിക്കയുമുണ്ടായി.അതായത് വരാഹമിഹിരന്റെ മാദ്ധ്യന്ദിനഛായാമാർഗ്ഗം തന്നെയാണിത് എന്നും ഇത് ഭൂമദ്ധ്യരേഖാ പ്രദേശത്താണ് (ദക്ഷിണേന്ത്യ-കേരളം) എന്നും കാണാം.അതായത് , ലങ്കയെ മദ്ധ്യരേഖയായി അംഗീകരിക്കുന്ന ഇന്ത്യയിലെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രപ ദ്ധതിപ്രകാരം,അതിന് 5,9,10 ഡിഗ്രി മുകളിലുള്ള പ്രദേശത്തുനിന്ന് നിരീ ക്ഷിക്കുന്ന വ്യക്തിയുടെ അക്ഷാംശമാണ് .ബ്രൂണോ ഡാഗൻസ് തന്റെ മയമതം ഫ്രഞ്ച് തർജ്ജമയിൽ,അപഛായയുടെ മൂല്യം ശങ്കുഛായയുടെ അഗ്രംമുതൽ കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറെരേഖവരെയുള്ള ദൂരമാണെന്നു പറഞ്ഞു. (ഇത് ശരിയായ അഭിപ്രായമായിരുന്നു.)ഈ വിചാരം ഫിലിസോട്ടിന്റെ അഭിപ്രായം കണ്ട് ഉപേക്ഷിക്കയും ചെയ്തു. അപഛായ ശങ്കുഛായയുടെ അഗ്രംമുതൽ കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറെ രേഖവ രെയുള്ള ദൂരമാണെന്നതിന് വരച്ച അദ്ദേഹത്തിന്റെ ചിത്രം നേരത്തെ പറഞ്ഞ വരാഹമിഹിരന്റെ

ചിത്രവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുക.



Apachaaya as distance from tip of
shadow to EW line
segments PQ &PQ1

അപചയപ്പട്ടികയെന്നത് മദ്ധ്യാഹ്നഛായയുടെ ദൈര്ഘ്യത്തിന്റെ വ്യ ത്യാസമാണെന്ന് ഫിലിയോസോട്ടിനെപ്പോലെ മിച്ചിയോ യാനോവും പറയുന്നു. ഇത് രേഖാരൂപത്തില് വളഞ്ഞുപുളഞ്ഞിരിക്കുന്നു(ലീനിയാർ സിഗ്സാഗ്) അർത്ഥശാസ്ത്രത്തിലെ പട്ടികതന്നെയാണിത്.ഇവിടെ മിച്ചിയോ യാനോ പറയുന്നു,ബാബിലോണിയയിലെ ഛായപ്പട്ടിക വട ക്കേ ഇന്ത്യയിലേക്ക് കൈമാറി,അവിടെനിന്ന് ദക്ഷിണേന്ത്യയിലേക്ക്

കിട്ടിയതാവണമെന്ന്.അപ്രകാരമാവാം ദക്ഷിണേന്ത്യയിലെ അക്ഷാം ശത്തിനുള്ള കണക്കുകളോടെ ഇവിടെ കാണുന്നതെന്നും.ഇന്ത്യയിലെ ലീനിയാർസിഗ്സാഗ് ഫങ്ക്ഷനെ മാറ്റാതെത്തന്നെ അവരതിനെ സ്വീ കരിച്ചു എന്നും. (മയമതത്തിന്റെ ഇംഗ്ലീഷ് പരിഭാഷയില്).എന്നാലദ്ദേഹം ഈ പ്രശ്നം (ബാബിലോണിയയിൽനിന്ന് ങ്ങനെ എന്തിന് ഇത് ക്രമമാ യി സ്ഥാനപ്പട്ടികകളിലേക്ക് സംക്രമിപ്പിച്ചു എന്ന് മനസ്സിലാക്കാനാവു ന്നില്ലെന്നും പറയുന്നു.(മനസ്സിലാക്കാനാവാത്തത് അതങ്ങനെയൊരു കൈമാറ്റം ബാബിലോണിയയിൽനിന്ന് തെക്കേ ഇന്ത്യയിലേക്ക് ഉണ്ടാ യിട്ടില്ല എന്നതുകൊണ്ടാണ്) As B Dagens is aware the variation of midday shadow has nothing to do with the orientation method, and it is quite strange that it was recorded in the section of the orientation method.Moreover this interpretation includes too South Indian latitudes (10 degree North)of the observation,although it is difficult to suppose that all of these architectural works were used in extreme South Only . As regards the hypothesis of the linear zigzag function of shadow length in Arthasasthra etc were transmitted from Babylonia ……is groundless (Yukio Ohashi .Ind.J.of History of science 29)2)1994. Astronomical instruments in classical Sidhanthas)

മാനസര(6, 18-21)ഇതിനെ വ്യക്തമായി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്.പറയപ്പെട്ട അംഗുലം (ബിന്ദു)ഛായാവൃത്തത്തിന്മേൽ ഇടത്തോട്ടോ വലത്തോട്ടോ മാറുന്നു. കൃത്യമായി സ്ഥടം ചെയ്തെടുത്ത അംഗുലത്തിന്മേല്,,ശരിയായ പൂർവ്വപശ്ചിമരേഖവരക്കുന്നു. മകരംമുതലുള്ള 6 മാസം തെക്കോട്ട് ഛായകുറഞ്ഞുവരും. ഛായയെ അഭിമുഖീകരിച്ച് പടിഞ്ഞാറേ ബിന്ദു ഇടത്തോട്ട് അതിന്റെ പടിഞ്ഞാറെ സ്ഥാനത്തുനിന്ന് നീങ്ങുന്ന പഥം

,കിഴക്കോട്ട് വലത്തോട്ട് (എത്ര അംഗുലം പടിഞ്ഞാറേ ബിന്ദു ഇടത്തോട്ട് മാറിയോ അത്ര)മാറുന്നു.അപ്രകാരം ഛായ കുറച്ച് ശില്പി കിവക്കുപടി ഞ്ഞാറേ രേഖ വരക്കുന്നു.P P1 എന്നിവ ഒരേ ദിശയിലാണ്(PW P1E) മാറുന്നത്. സ്ഥടംചെയ്ത EW രേഖ എന്നത് കേന്ദ്രശങ്കുവിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന EW രേഖയാണ്. ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിലൂടെയുള്ള ഋതുക്കൾക്കനുസരിച്ച ഈ രേഖയുടെ മാറ്റം ശില്പ്പികൾക്ക് സ്ഥടംചെയ്തെടുക്കാനറിയാമായിരുന്നു.ഈ വിശദീകരണത്തിൽനിന്ന് നമുക്ക് നിരീക്ഷകന്റെ അക്ഷാംശം കണക്കാക്കിനോക്കാം.സമവൃത്തമണ്ഡലത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസം ശങ്കുവിന്റെ ഇരട്ടിയാവണമെന്ന് മാനസര. ബ്രൂണോ ഡാഗനാണെങ്കിലത് ശങ്കുവിന്റെ അത്രതന്നെയെന്നും മയമതപ്രകാരം എന്ന് കരുതുന്നു. വാസ്തവത്തിലെന്താണ് മയമതം പറയുന്നത്.

ശങ്കും കൃത്വാ ദിനാദൌ തു സ്ഥാപയേദാത്തഭൂതലേ

ശങ്കുദ്വിഗുണമാനേന തന്മദ്ധ്യേ മണ്ഡലം ലിഖേത്

ശങ്കുവിന്റെ ഇരട്ടി നീളം വ്യാസമെന്ന് ബ്രൂണോ ഡാഗൻ.അത് മണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസമായി പിടിച്ച സൂത്രത്തിന്റെ നീളമാണ്, വ്യാസമല്ല.മയമതത്തിലെ ശങ്കു 24 അംഗുലം അഥവാ ഒരു അരത്നിയാണ്. ഭൂമിയുടെവശത്തിന്റെ നീളം ഒരു ദണ്ഡം അഥവാ 4 അരത്നി (96 അംഗുലം). അതിനാൽ 2 അരത്നിവരെ അർദ്ധവ്യാസമുള്ള വൃത്തം ഭൂമിയുടെ അതിരുവരെയെത്തും. പിന്നെയുള്ള വൃത്തങ്ങൾ വരക്കാൻസ്ഥലമുണ്ടാവില്ല. (ഉത്തരദക്ഷിണരേഖയും വിദിക്കുകളുടെ ദിശയും)എന്ന് ഡാഗൺ. EWരേഖ വരച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ NSരേഖ വരക്കാനുള്ള മത്സ്യചിഹ്നം അധികം സ്ഥലം കൂടാതെത്തന്നെ വൃത്തത്തിനകത്തുതന്നെ വരക്കാം.സമചതുരമായ ഭൂമിയുടെ അതിരുകൾ തെരഞ്ഞെടുത്തത് ,ഏറ്റവും വലിയ ശങ്കുവിനെ ഉള്ക്കൊള്ളാവുന്ന വൃത്തം വരക്കുവാനായി മാത്രമാ

ണ്.അതിനാൽ ശങ്കുദ്വിഗുണമാനേനഎന്നത് ശങ്കുവിന്റെ ഇരട്ടി അർദ്ധ വ്യാസമെന്നാണ്. മേടത്തിന്റെ അവസാനപത്തുദിനം അപഛായ പൂജ്യ മാണ്.ഇടവത്തിന്റെ ആദ്യപത്തുദിനവും പൂജ്യമാണ്. സൂര്യന്റെ ഭ്രമദ്ധ്യരേ ഖാരേഖാംശം 20 ഡിഗ്രി 30 മി.- 30 ഡിഗ്രി 40 മിനിട്ടിനുള്ള സ്ഥടവും പൂജ്യ മാണ്.സമവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസം ശങ്കുവിനെ 2 കൊണ്ടു ഗുണിച്ച താണ്. സൂര്യോച്ചം ,ശങ്കുഛായാഗ്രം വൃത്തത്തെ സ്പർശിക്കുമ്പോള് Arctan(1/2)..സൂര്യോച്ചം Arctan(1/2).. ആവുന്ന സമയത്ത് സൂര്യന്റെ ദിശ കൃത്യമായി കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറായിരിക്കും.സൂര്യോച്ചം 20 ഡിഗ്രി 30 മിനുട്ടാ വുമ്പോൾ അക്ഷാംശം 18 ഡിഗ്രി 26 മിനുട്ടാവണം സൂര്യോച്ചം 30 ഡിഗ്രി 40 മിനുട്ടാണെങ്കില് അക്ഷാംശം 26 ഡിഗ്രി 35 മിനുട്ടാണ്.

ശങ്കുവിന്റെ നീളം 24, 18,12 ആകയാല് (അല്ലെങ്കിൽ 9 ആയാല്), വൃത്ത ത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസം 48,36,24 അഥവാ 18 അംഗുലമാണ്. 18 ഡിഗ്രി 26 ഡിഗ്രി 35 ഡിഗ്രി അക്ഷാംശങ്ങൾക്ക് ശരദസമരാത്രത്തിന്റെ സ്ഥട ങ്ങളിങ്ങനെ:-

അക്ഷാംശം	r.48	r.36	r.24	r.18	r.12
18 ഡിഗ്രി	32.2	24.1	16.1	12.1	8
26 ഡിഗ്രി	38.9	29.2	19.4	14.6	9.7
35 ഡിഗ്രി	50.5	37.9	25.3	18.9	12.6

ഇതുപ്രകാരം r 12 മാത്രമാണ് അപഛായയാവുന്നത്. ഇത് മേല്പറഞ്ഞ ശങ്കുദൈർഘ്യങ്ങളെക്കൊണ്ട് കിട്ടില്ല. അർദ്ധവ്യാസം 12 എങ്കില് അപ ഛായ 18 -26 ഡിഗ്രി അക്ഷാംശത്തിലെ സ്ഥടമാണ്. അതായത് അപ ഛായ സ്ഥടത്തിന് വളരെ അടുത്താണ് ഇപ്പറഞ്ഞ അക്ഷാംശത്തിന്. ശങ്കുവിന്റെ ദൈർഘ്യമനുസരിച്ച് വൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസം മാറുന്നു. ഇതി നെ ആധാരമാക്കിയല്ല , അപഛായ കണക്കാക്കാനുള്ള വൃത്തത്തിന്റെ

അക്ഷാംശങ്ങളിലുള്ള നിരീക്ഷകനുവേണ്ടിമാത്രമാണ് വലിയ വൃത്തങ്ങളുപയോഗിക്കാനാവശ്യപ്പെടുന്നത്. ഭൂമദ്ധ്യരേഖക്കടുത്ത് ഇതിന്റെ ആവശ്യമേയില്ല. ഇന്ത്യ(പ്രത്യേകിച്ചും ദക്ഷിണേന്ത്യ) ഭൂമദ്ധ്യരേഖക്കടുത്താകയാൽ ഇത് ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട വിഷയമാണ്.

കാലനിർണ്ണയം

ഛായാനരസൈകഹൃതം ദ്യുദലം പ്രാഗപരയോർദ്ധ്യുഗതശേഷം
(ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം)

അരദിവസത്തെ ഛായകൊണ്ടുഹരിച്ച് ഒന്നു കൂട്ടിക്കിട്ടിയ ഉത്തരം കഴിഞ്ഞുപോയതോ വരാനിരിക്കുന്നതോ ആയ ദിനദൈർഘ്യമാണ് (പ്രഭാതത്തിലോ സായാഹ്നത്തിലോ എന്നതനുസരിച്ച്).വേദാംഗകാലത്തും, വസിഷ്ഠന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിലും അർത്ഥശാസ്ത്രത്തിലും മനുഷ്യരുടെ സമരാത്രദിനത്തിന്റെ കാലം ഒന്നാണ് തന്നിരിക്കുന്നത്. മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയുടെ നീളമാണ് സമരാത്രദിനത്തിനുള്ള സമവാക്യത്തിലുപയോഗിക്കുന്നത്.

ദിനദൈർഘ്യത്തെ 2 കൊണ്ടുഹരിച്ച് അതിനെ ഛായാദൈർഘ്യത്തെ ശങ്കുദൈർഘ്യം കൊണ്ടുഹരിച്ചതിനോട് 1 കൂട്ടിക്കിട്ടിയ സംഖ്യകൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നതാണ് സമവാക്യം(വേദാംഗകാലം,അർത്ഥശാസ്ത്രം). യവനജാതകം ശങ്കുദൈർഘ്യത്തെ ദിനദൈർഘ്യത്തിന്റെ പകുതി കൊണ്ടുഗുണിച്ച് ഉത്തരത്തെ , ശങ്കുവും ഛായയും മദ്ധ്യന്ദിനഛായയവും കൂടി കൂട്ടിയതുകൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നു.വസിഷ്ഠനും ഇതാണ് ഉപയോഗിക്കുന്ന സമവാക്യം. മാദ്ധ്യന്ദിനഛായ പൂജ്യമാകുന്ന സമയത്ത് (സമവാക്യം രണ്ടിൽ), കിട്ടുന്ന സമവാക്യമാണ് ആദ്യത്തേത്(വേദാംഗകാലത്തും അർത്ഥശാസ്ത്രത്തിലുമുള്ളത്).അതായത് സമവാക്യം ഒന്നിലേത്

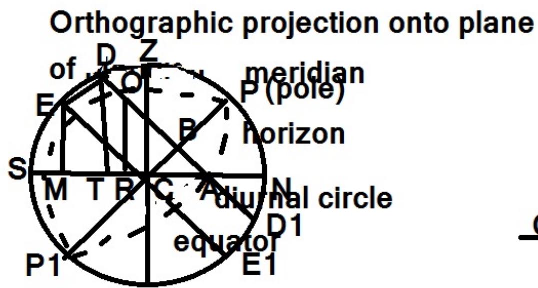
വസന്തസമരാത്രദിനത്തിലേക്കുള്ളതാണ്. ഈ സ്പെഷ്യൽ സമവാക്യത്തിൽനിന്ന് വർഷം മുഴവനും ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ജനറലായ സമവാക്യം ഉണ്ടാക്കിയെടുത്തതാണ് രണ്ടാമത്തേത്. (വസിഷ്ഠ,യവനജാതകങ്ങളുടേത്)

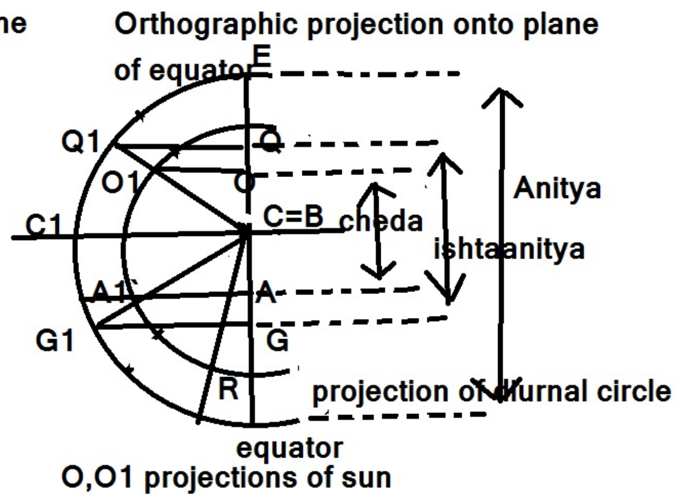
ശങ്കു 12 അംഗുലം നീളമെങ്കില് പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക തരുന്നത് രണ്ടാമത്തെ സമവാക്യം തന്നെയാണ് (4. 48).ദിനദൈർഘ്യത്തെ 6 കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് ഛായാദൈർഘ്യത്തിൽനിന്ന് മാദ്ധ്യന്ദിനഛായ കിഴിച്ചതിനോട് 12 കൂട്ടിയതുകൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നതാണ് ഇത്.(സമവാക്യം 3) പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക (2 11) ലഗ്നം കാണുന്നതിനുള്ള സമവാക്യംതരുന്ന തിങ്ങനെ. 36നെ ഛായാദൈർഘ്യത്തിൽനിന്നു മാദ്ധ്യന്ദിനഛായ കുറച്ചതിനോടു 12 കൂട്ടി കിട്ടിയതിനെക്കൊണ്ടുഹരിച്ച് അതിനോട് സൂര്യ ന്റെ രേഖാംശം കൂട്ടുന്നതാണ്. (സമവാക്യം 4)ഇത് മൂന്നാംസമവാക്യം തന്നെയാണ്. നാലാം സമവാക്യം വേദാന്തജ്യോതിഷകാലത്തെ വാസിഷ്ഠസമാസസിദ്ധാന്തമാണ്.വാർഷികദിനദൈർഘ്യത്തിലുള്ള വ്യത്യാസം,ശങ്കുഛായാവ്യത്യാസം എന്നിവ വേദാംഗജ്യോതിഷത്തിലും വസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിലും സ്ഫുടംചെയ്ത് ഒന്നാണ്. (പഞ്ചസിദ്ധാന്തികഅദ്ധ്യായം 2) ഗണിതസാരസംഗ്രഹത്തിൽ (മഹാവീരൻ)തരുന്നതും തത്വത്തിൽ 3 ,4 സമവാക്യം തന്നെയാണ്.വരാഹമിഹിരനും വസിഷ്ഠനും സ്ഫുടം ചെയ്ത് കൃത്യമായി കാലമറിയാനുള്ള മാര്ഗ്ഗം അറിയാമായിരുന്നു.

സ്ഫുടം ചെയ്യാനുള്ള മാർഗ്ഗം

സ്ഫുടം സൂര്യന്റെ ഉച്ചത്തിൽനിന്നു കാണുന്നു.ത്രിപ്രശ്നാദ്ധ്യായത്തിൽ ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നു.ഇത് ഓർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷനായിട്ടാണ് ചെയ്യുന്നത്.(ഖഗോളത്തെ മെറിഡിയന്റേയും ഭൂമദ്ധ്യരേഖയുടേയും തലത്തിലേ

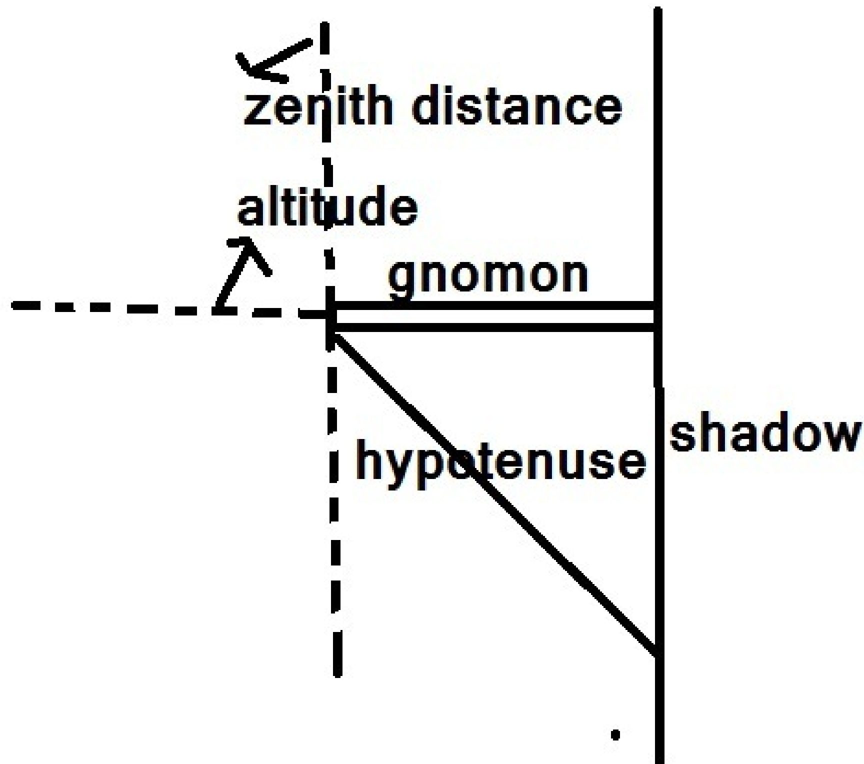
ക്ക് പ്രൊജക്ട് ചെയ്യുന്നു)





പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക(4.45-47) ഈ മെത്തേഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.ഇത് മഹാഭാസ്കരീയം(3.27-28),ലഘുഭാസ്കരീയം(3.12-15),ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം(3.38-40),വടേശ്വരസിദ്ധാന്തം(3. 10.26-27, 33)സിദ്ധാന്തശേഖരം(4.51-52) എന്നിവയിലും കാണാം.

വൃദ്ധവസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിലെ ഹൊറിസോണ്ടൽശങ്കു.



അരദിനത്തിലെ ഘടികകള് രേഖപ്പെടുത്തിയ യഷ്ടി (വെർട്ടിക്കൽ),അതിന്റെ മുകളിൽ യഷ്ടിയുടെ പന്ത്രണ്ടിലൊരുഭാഗം നീളമുള്ള ശങ്കു,അതിന്റെ താഴത്തെ ഭാഗം വിപരീതശങ്കുവിനായി രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ശങ്കുഛായ വീഴുന്ന സ്ഥലം കഴിഞ്ഞഘടികയോ വരാനുള്ള ഘടികയോ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.വിപരീതഛായ എന്നുപറയുന്നത് ഹൊറിസോണ്ടൽശങ്കുവിന്റെ വെർട്ടിക്കൽഛായയെയാണ്. വസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിലെ ഹൊറിസോണ്ടൽശങ്കുവിനെ ഉപയോഗിച്ച സൂര്യഘടികാരത്തെ ആധാരമാക്കിയാണ് ദില്ലി സുൽത്താനേറ്റിലെ സിലിണ്ട്രിക്കല് സൺഡയലും മുഗളകാലത്തെ സൺഡയലും ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്.

രേഖപ്പെടുത്തിയ സമമണ്ഡലവൃത്തവും ഓർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷനും

ഖഗോളത്തിന്റെ ഓർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷനെ ആധാരമാക്കിയാണ് ശങ്കുവിന്റെ പ്രവർത്തനസിദ്ധാന്തം. ഓർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷനെ സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിലാണ് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നത്. അത് ഒരേ സമയം നിരീക്ഷണവും ഗണിതവും ചെയ്യാൻസഹായിക്കുന്നു. അതായത്,വേദാംഗകാലത്തുതന്നെ ശങ്കുവും സമമണ്ഡലവൃത്തവുമുണ്ട് എന്നതിനർത്ഥം അന്നുള്ളവര് നിരീക്ഷണവും ഗണിതവും സ്ഫുടവുമെല്ലാം ഇവവെച്ച് ചെയ്തിരുന്നു എന്നാണ്.വരാഹമിഹിരന്റെ രേഖപ്പെടുത്തിയ സമമണ്ഡലവൃത്തം തന്നെയാണ് ആര്യഭടന്റെ ഛത്രയന്ത്രം എന്ന് എത്രപേര്ക്ക് അറിയാം.

ആര്യഭടന്റെ ഛായായന്ത്രം

ദിങ്മദ്ധ്യാത് സപ്തപഞ്ചാശദംഗുലൈസ്ത്രിജ്യകാംശകൈഃ

ലിഖേത് വൃത്തം ച ചക്രാംശചിഹ്നിതം സമമണ്ഡലം

ചരമഗ്രജ്യാസ്യുനാഡീഭിഃഛായായന്ത്രാണിസാധയേത്

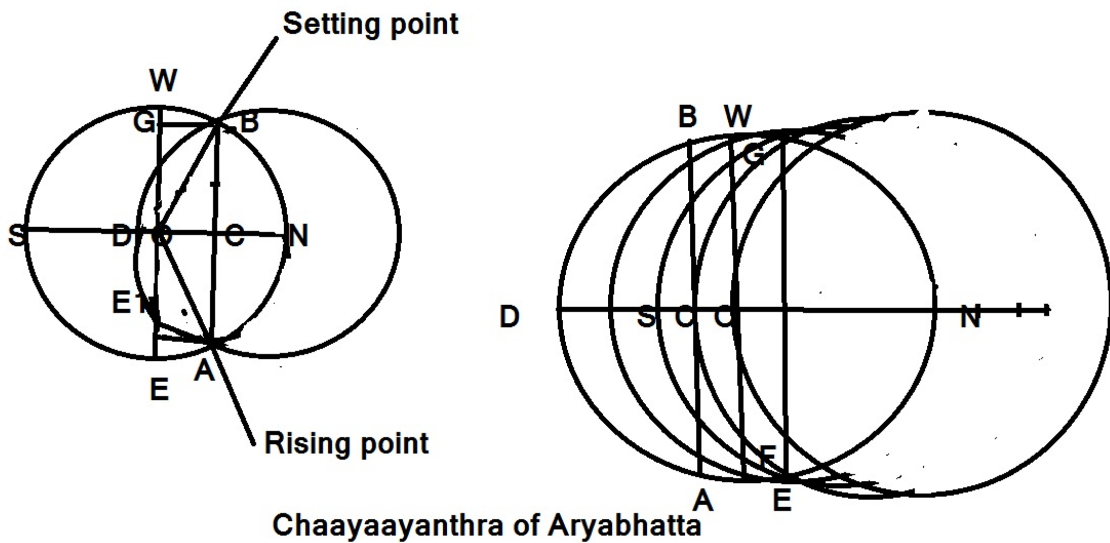
സമവൃത്തവിദിക് ഛായാകർണ്ണാഭ്യം ക്രാന്തിദോർഗ്ഗുണാ

സമവൃത്തേസ്വദിശ്യഗ്രാം ദധ്യാത് പ്രാച്യപദിശയോ

ചരജ്യാനാമകാഗ്രാംകാർദിങ്മദ്ധ്യാത് സ്വദിശിന്യസേത്

57 ഡിഗ്രി റേഡിയനിലും 360 ഡിഗ്രി പരിധിയിലും രേഖപ്പെടുത്തിയ സമമണ്ഡലവൃത്തം. വർഷത്തിലെ ഓരോ ദിനത്തിനും ഛായായന്ത്രം ഉണ്ടാക്കുന്നു. സമവൃത്തഛായാകർണ്ണത്തിൽനിന്നോ (സൂര്യൻ ഉച്ചത്തിൽനില്ക്കേ ശങ്കുഛായയുടെ കർണ്ണം)വിദിക്ഛായാകർണ്ണത്തിൽനിന്നോ സൂര്യന്റെ ഡിക്ലിനഷന്റെ ജ്യാവും സൂര്യരേഖാംശവും നിർണ്ണയിക്കുക. സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിൽനിന്ന് സൂര്യന്റെ അഗ്രം അതിന്റെ തന്നെ ദിശ(വടക്കും തെക്കും)കളിലൂടെ കിഴക്കും പടിഞ്ഞാറും ഓരോ ബിന്ദുരേഖപ്പെടുത്തുക. (വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് സൂര്യന്റെ ഉച്ചവ്യത്യാസം).അഗ്രം കേന്ദ്രമാക്കി വൃത്തം നേരത്തേ രേഖപ്പെടുത്തിയ ബിന്ദുക്കളിലൂടെ

കടന്നുപോകുംവിധം വരക്കുക. ഈ വൃത്തം സൂര്യന്റെ അഹോരാത്രവൃത്തമാണ്. അതിന്റെ തെക്കേ പകുതിയിൽ ശങ്കുവിന്റെ സഹായത്തോടെ ഘടികകള് രേഖപ്പെടുത്തുക.ഓരോ സ്ഥാനത്തും ശങ്കു,ഛായാഗ്രം വൃത്തമദ്ധ്യത്തിൽവരുംപടി പിടിക്കണം. ദിനത്തിലെ ഘടികളെ 6 കൊണ്ടു ഗുണിച്ചതാണ് അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ഡിഗ്രികൾ.2 ബിന്ദുസ്ഥാനത്ത് (അഗ്രത്തിന്റെ കിഴക്കും പടിഞ്ഞാറുമായി) സൂര്യോദയവും സൂര്യാസ്തമയവും. തെക്കോട്ടുള്ള അഹോരാത്രവൃത്താർദ്ധം അതിന്റെ ദക്ഷിണാർദ്ധമാണ്



Chaayaayanthra of Aryabhatta

.ഉദയാസ്തമനബിന്ദുക്കളാണ് A,B. ADB മേല് 30 ഘടികളുണ്ട്. ബിന്ദുവിൽ വെച്ച ശങ്കുവിന്റെ ഛായ വീഴുന്ന നിമിഷം സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ O എന്ന കേന്ദ്രത്തിലാവുന്ന വിധമാണ് യന്ത്രം. ഈ ചിത്രം ഓരോ ദിവസവും മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. C നിർണ്ണയിക്കുന്നത് ആര്യഭടസിദ്ധാന്തത്തില് പ്രത്യേകവിധമാണ്. ലല്ല, ശ്രീപതിമാരില്നിന്ന് വ്യത്യസ്തമാണ്. ആര്യഭട്ടന്റെ ഛായായന്ത്രത്തെക്കുറിച്ച് ഭാഷ്യകാരനായ രാമകൃഷ്ണആരാദ്ധ്യ ഇങ്ങനെ എഴുതുന്നു.

അർക്കാഗ്രാഗ്രം ത്രിജ്യാവർഗ്ഗാന്ത്യക്ത്വാ മൂലം കോടിഃസ്യാത്

ദിങ്മദ്ധ്യാന്തകോടിപൂർവ്വാപരയോഃപ്രസാദ്യകോട്യാഗ്രാദർക്കാഗ്രം

സ്വദിശിപ്രസാര്യസമവൃത്തപരിധൌന്യസേത്

ചരജ്യാനാമർക്കാഗ്രം ദിങ്മദ്ധ്യാത് സ്വദിശിദക്ഷിണോ-

ത്തരരേഖായാം പ്രസാര്യം തദഗ്രേ ബിന്ദും ദധ്യാത്

ബിന്ദുതോ വൃത്തമർക്കാഗ്രബിന്ദുദ്വയപര്യന്തം ദക്ഷിണഭാഗേ

വിലിഖേത് തദർദ്ധം വൃത്തം സ്വാഹോരാത്രാർദ്ധമുച്യതേ.

സമരാത്രദിനങ്ങളിൽ മാത്രമാണ് കാണാവുന്ന അഹോരാത്രവൃത്തം ശരിക്ക് വൃത്തമായിരിക്കുന്നതെന്നും സൂര്യന്റെ വക്രം തെക്കോട്ടാവുന്ന കാലത്ത് അത് സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ പുറത്ത് വീഴമെന്നും അറിയാമെന്ന് ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്.

ശിഷ്യധീവൃദ്ധിതന്ത്രത്തിൽ ലല്ലൻ:-

നതജീവാഗ്രാജീവേ ഷഷ്ഠിഹതേ ത്രിജ്യായാഹൃതേന്യാസേ

ഷഷ്ട്യംഗുലകൃതവൃത്തേ കേന്ദ്രാത് പ്രാഗപരതശ്ചപി(ശ്ചാ)

സ്വദിശിപ്രാഗ്വദ്ബിന്ദുത്രയേണ ശങ്കുഭ്രമം ലിഖേദ് വൃത്തം

ഛായാവൃത്തം ദിഗ് വ്യത്യയേനദിക്സാധനം കൃത്വാ

അഗ്രാഗ്രാഛരങ്കുഭ്രമവൃത്തേകാലാംശകൈർലിഖേദ് രാശിം

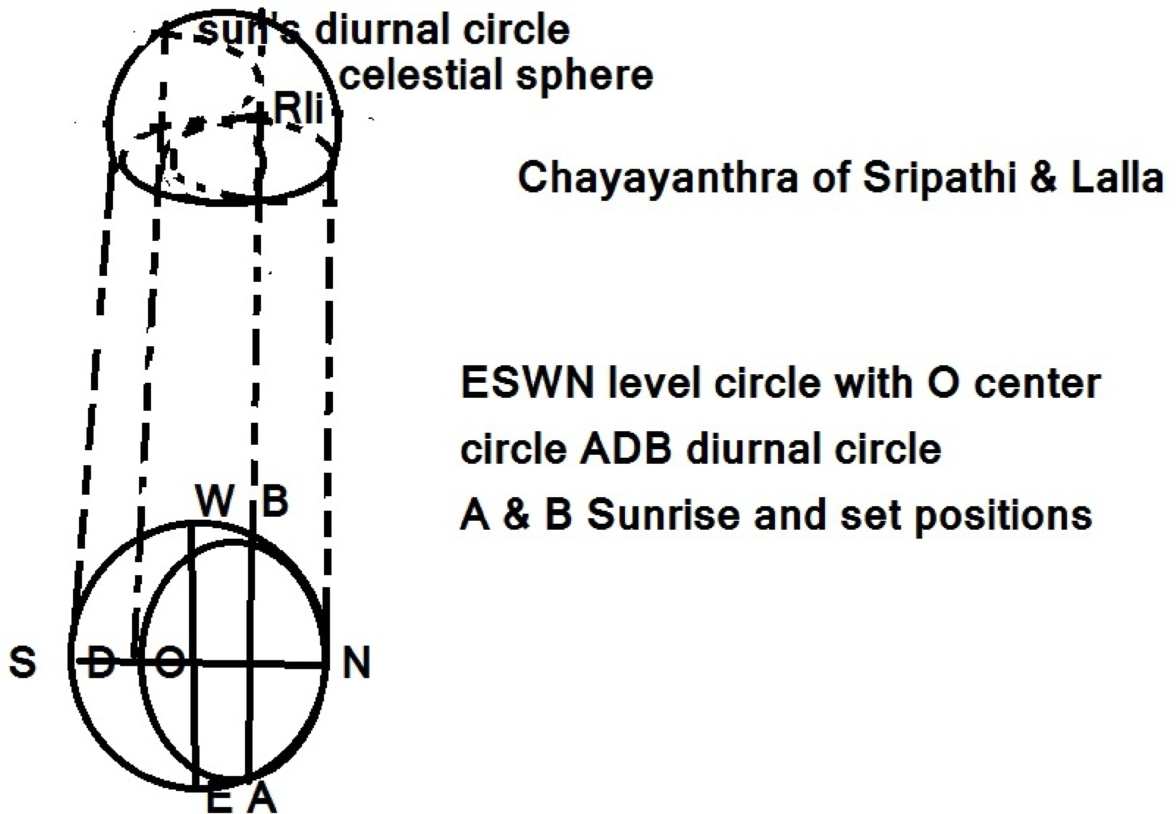
ദിങ്മദ്ധ്യാഛായാഗ്രം കൃത്വാത്രസ്ഥാപയേത് ശങ്കും

അഗ്രാഗ്രാഛരങ്കുതലാന്തരസ്ഥിതാവാസ്തുമുദ്ഗതാഭാഗാഃ

കാലാംശാഃഷഡ്കഹൃതാ ഭവന്തി ഘടികാദിനസ്യഗതാഃ

ശ്രീപതിയുടെ സിദ്ധാന്തശേഖരത്തിലും (19, 23. – 25) ഇതിനുസമമായ ശ്ലോകങ്ങളുണ്ട്.ഇവരുടേത് സൂര്യന്റെ അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ഓർത്തോഗ്രാഫിക്

പ്രൊജക്ഷനെ (സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിൽ) പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന യന്ത്രമാണ്.



OD =R-sine of sun's midday zenith distance

A,D &B Exact orthographic projections of 3 points of Actual dirnal circle on celestial sphere (sunrise,midday,sunset).Orthographic projection വൃത്തമല്ല, എല്ലിപ്റ്റിക്കലാണെന്ന് ഇവർക്കെല്ലാം അറിയാം. വൃത്തമായിരിക്കുന്നത് ശങ്കുഛായ കേന്ദ്രത്തിൽ പതിക്കുമ്പോള് മാത്രമാണ്. ഇങ്ങനെ ശങ്കുവിനെ സ്ഥിരമാക്കു മ്പോളാണ് ശങ്കുവിന്റെ ഉയരവും സൂര്യന്റെ ഉച്ചത്തിന്റെ ജ്യാവും ഒന്നായിരിക്കുന്ന ത്.അതായത് ഇത് ഒരു പ്രായോഗികപരീക്ഷണമായി ഗോളാകൃതി തെളിയിക്കാ നുള്ള പഠനയന്ത്രമാണ്.

ആര്യഭട്ടന്റെ ഛത്രയന്ത്രം

ഛായായന്ത്രത്തോട് വളരെ അടുത്ത ബന്ധമുണ്ട് ഛത്രയന്ത്രത്തിന്. ഖഗോള ത്തിന്റെ ഒരു മാതൃക സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിൽ സൃഷ്ടിച്ച് നടുവിലെ കേന്ദ്രസ്ഥാന ത്ത് ശങ്കു ഉറപ്പിച്ചതാണ് ഛത്രയന്ത്രം.

ശങ്കുഭ്രമപ്രകാരേണ പ്രോക്താനാഡ്യശ്ച തത് പ്രഭാ

അധുനാഭാഭ്രമാന്നാഡ്യാഃതച്ഛായാ ച കഥ്യതേ

ശങ്കുഛായയും ദിനത്തിൽകഴിഞ്ഞുപോയ നാഡികകളും ശങ്കുവിന്റെ ചലനത്താല് (ഭ്രമണം)ഗണിക്കുന്ന മാർഗ്ഗം പറഞ്ഞു. ഇനി കഴിഞ്ഞ നാഡികകളും ശങ്കുഛായ യും ,ശങ്കുഛായയുടെ ചലനത്താൽ ഗണിക്കുന്ന മാർഗ്ഗം പറയുന്നു.

ഛത്രംവേണുശലാകാഭിഃകൃത്വാ ചക്രാംശസംഖ്യയാ

ദിങ്മദ്ധ്യേ സമവൃത്തഞ്ച കല്പയേഛത്രയന്ത്രകം

ഛത്രദണ്ഡശ്ചതന്മദ്ധ്യേ വ്യാസാർദ്ധം ശങ്കുരേവ സഃ

സ്വാഹോരാത്രദലം സൌമ്യം വ്യസ്താഗ്രം ഭാഭ്രമാഹ്വയം

ഷഡ്ഘ്നാദിനനാഡ്യോ അംശാഃസൌമ്യാർദ്ധേഛത്രയന്ത്രതഃ

അഗ്രാന്ത്യേ അർക്കോദയാസ്തേ ച പ്രത്യക് പ്രാക് പ്രഭാസ്ഥിതാ

തത് പ്രത്യഗന്തമസ്താഖ്യം പ്രാഗന്തമുദയാഹ്വയം

അസ്താഖ്യാദുദയസ്യാങ്കം ഛായാകാലാംശകാഃസ്ഥിതാഃ

ഛത്രമദ്ധ്യസ്ഥ ശങ്കോസ്തുഛായൈവേഷ്ടപ്രഭാ സദാ

ഛായാഗ്രാസ്താഖ്യാമദ്ധ്യാംശാഷഡ്ഭിർനാഡ്യോ ദിവാ ഗതാഃ

മുളസൂചി(വേണുശലാക)മേൽ കുട(ഛത്രം)ഉണ്ടാക്കി പരിധി 360 രേഖപ്പെടുത്തി സമ മണ്ഡലവൃത്തമദ്ധ്യത്തിൽ നിർത്തുക,സമമണ്ഡലവൃത്ത്തെത്തന്നെ ഛത്ര മാക്കി ഉപയോഗിക്കയും ചെയ്യാം. ഛത്രയന്ത്രത്തിന്റെ പിടിയാണ് അർദ്ധവൃത്തം) റേഡിയസ്)ഇതാണ് ശങ്കു.അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ഉത്തരാർദ്ധം അഗ്രത്തി ന്റെ അന്ത്യബിന്ദുക്കളിലൂടെ വരച്ച് പടിഞ്ഞാറും കിഴക്കും രേഖപ്പെടുത്തിയതാണ് ഛായയുടെ പാത. ദിനനാചിയെ 6 കൊണ്ടു ഗുണിച്ച ഡിഗ്രികൾ. (ഛായായന്ത്ര ത്തിന്റെ ഉത്തരാർദ്ധത്തിലുള്ള അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ).അഗ്ര്യാന്തത്തിൽ സൂര്യോദയത്തിലും അസ്തമയത്തിലും ഛായ പതിക്കുന്നു. ഇവ ഉദയാസ്തമയബി ന്ദുക്കൾ.അസ്തമയബിന്ദു മുതൽ ഉദയബിന്ദു വരെയാണ് ഛത്രയന്ത്രത്തിലെ ഡിഗ്രികൾ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്. (അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ഉത്തരാർദ്ധ ത്തിൽ)ഛത്രമദ്ധ്യത്തിലെ ശങ്കുഛായ ഇഷ്ടസമയത്തില്റെ ഛായയാണ്. ഛായ യുടെ അവസാനം മുതൽ അസ്തമയബിന്ദുവരെയുള്ള ഡിഗ്രികളെ 6 കൊണ്ടു ഹരി ച്ചത് ദിനത്തിൽ കഴിഞ്ഞുപോയ നാഡികളാണ്.സൂര്യസിദ്ധാന്തഭാഷ്യത്തിൽ തമ്മയജ്വാൻ ഇതേക്കുരിച്ചു പറഞ്ഞത്:-

ഛത്രയന്ത്രമപി ചക്രവദേവ കൃത്വാ മദ്ധ്യേ ദണ്ഡയുക്തം കല്പയേത്

തദ്ദണ്ഡം ത്രിജ്യാംഗുലപ്രമാണം കല്പയേത്

ചക്രയന്ത്രംപോലെ മദ്ധ്യത്തിൽദണ്ഡം.അതിന്റെ വലിപ്പം ത്രിജ്യാംഗുലം.ഇത് പീഠ യന്ത്രം തന്നെയാണ്.പക്ഷേ ഒരു വ്യത്യാസമുണ്ട്. കേന്ദ്രത്തിലെ ദണ്ഡ് അഥവാ ശങ്കു വൃത്തത്തിന്റെ റേഡിയസ്സാണെന്ന പ്രധാനവ്യത്യാസം. മാത്രമല്ല, കല്ലുകൊ ണ്ടുള്ള ഛത്രയന്ത്രം(കുടക്കല്ല്) ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും മുമ്പ് മുളദണ്ഡുകൊണ്ടും ഇന്ത്യ ക്കാ ർ ഛത്രയന്ത്രം ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നു എന്നതിനും ആര്യഭടന്റെ വാക്ക് സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു. വരാഹമിഹിരന്റെ സമമണ്ഡലവൃത്തം(പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക)തരുന്നത് ഓർത്തോ ഗ്രാഫിക്ക് പ്രൊജക്ഷന് ആധാരമാക്കിയ ഗണിതംതന്നെയാണ്. ഛത്രയന്ത്രം പോലെ ഈ സമമണ്ഡലവൃത്തവും ഉപയോഗിക്കാം.

സാശീതിതാംഗുലശതം വിസ്തീർണ്ണവൃത്തമവിഷമം ധരിത്ര്യം

സമരാശ്യങ്കം ചിഹ്നം പരിധൌസാപക്രമം കുര്യാത്

യാമ്യോദകസമസൂത്രാദപക്രമാംശാവഗാഹിഭിഃസൂത്രൈഃ

പ്രഥമവദംശക്ഷിപ്തം വൃത്തത്രയമാലിഖേന് മദ്ധ്യാത്

അക്ഷേ ക്ഷിപ്താം ലേഖാം കുര്യാ ഭഗണചിഹ്നപര്യന്താം

അക്ഷോത്തരലേഖാന്തരമപക്രമാംശോത്ഥമാദായ

ദ്വിഗുണം പ്രസാര്യവൃത്തേ സ്വോദിക് തച്ചാപാശദലാഭ്യസ്താഃ

പ്രഥമർക്ഷചരവിനാഡ്യോ ജ്ഞേയാഃപരിശേഷയോർമിശ്രാഃ

180 അംഗുലം വ്യാസമുള്ള വൃത്തം,പരിധിമേൽ രാശി,ഡിഗ്രി എന്നിവ രേഖപ്പെടു ത്തിയിരിക്കണം. കേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് 3 വൃത്തംകൂടി വരക്കുന്നു.ഈ വൃത്തങ്ങളും ഡിഗ്രി രേഖപ്പെടുത്തിയവയാണ്.കേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് അക്ഷാംശത്തിലേക്ക്(ആദ്യ വൃത്തത്തിലെ ബിന്ദു)രേഖ വരച്ച് അതിനെ ഗോളംവരെ നീട്ടുന്നു.

ശ്ലോകം 5- നാഡ്യാഃഷഡ്യാ ഭാഗാസ്തജ്ജ്യാ വ്യാസാർദ്ധശോധികാഛായാ

മാദ്ധ്യന്ദിനിസമേതാനാഡ്യർദ്ധേ സാ തയാ ഹീനാ

സൂര്യോദയശേഷമുള്ള നാഴികകളെ 6 കൊണ്ടുഗുണിച്ചത് ഡിഗ്രികളാണ്. അതിന്റെ ജ്യാവ് അർദ്ധവ്യാസത്തിൽനിന്ന് കിഴിച്ചത്

ഛായ(ഉച്ചദൂരം)യോട്ടുകൂട്ടിയത് .To get R sine of zenith distance at a desired time it is diminished by R-sine of the sun's midday zenith distance.ഈ ശ്ലോകത്തിലെ ശങ്കുഛായ R sine of zenith distance ആണ്.ആ സമയത്ത് ശങ്കുഛായക്ക് ഒട്ടും നീളമില്ല(0)എന്നത് ഇതുകൊണ്ട് വിശദമാക്കിയിരിക്കുന്നു.ഛായ എന്നപദം ശിഷ്യധീവൃദ്ധികാതന്ത്രത്തില്,(11.49)

യഷ്ടിസ്ത്രിജ്യാകർണ്ണോലംബോനാകൃതിവിശേഷപദം അനയോ
ദിഗ്ജ്യാഛായാപ്രാക് പരലംബനിപാതാന്തരം ബാഹ്ഉ എന്നു കാണാം.

യഷ്ടി അഥവാ അർദ്ധവ്യാസമാണ് ഇവിടെ കർണ്ണം. ലംബം (യഷ്ടിയുടെ മുകളിലെ അഗ്രത്തിൽനിന്ന് താഴെ ഭൂമിയിലേക്കുള്ളത്)മഹാശങ്കുവാണ്. (R sine of sun's altitude) ഇവയുടെ വർഗ്ഗത്തിന്റെ വ്യത്യാസം കണ്ട് അതിന്റെ വർഗ്ഗമൂലം കാണുന്നപക്ഷം അതാണ് മഹാഛായ.(R sine of zenith distance).പൂർവ്വപശ്ചിമരേഖയുടെ ദൂരം ലംബത്തിന്റെ അടിയിൽനിന്നുള്ളത് ബാഹ്ഉ എന്നറിയുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഛായ എന്നത് R sine of zenith distance of the sun എന്നു കിട്ടുന്നു.

ജ്യാ R sine, ഉത്ക്രമജ്യാ R versed sine.ഈ ശ്ലോകത്തിലെ ജ്യാ R versed sine എന്ന്തിബോട്ടും ദ്വിവേദിയും.പക്ഷേ ഛായയെ ശങ്കുഛായയെന്ന് അവരെടുക്കുന്നു. 6ആം ശ്ലോകത്തിലെ ജീവ(ഛായ)ഛായയുടെ അഗ്രവും ചക്രവാളവും തമ്മിലുള്ള ദൂരമെന്നും കരുതുന്നു.അതുകൊണ്ട് ജീവ R versed sine എന്ന്.ഈ വിധമാണ് ആര്യഭടന്റെ മഹാസിദ്ധാന്തവും ജീവപദത്തെ പറയുന്നത്.

ചരജീവോദ്വൃത്തശ്രുതിഘാതസ്ക്കാന്ത്യാഹൃതോദ്യുദലകർണ്ണാ

ഭക്തോഭീഷ്ടസ്രവസാ ഫലോനിതാന്ത്യാ നതജ്യാ സ്യാത് (മഹാസിദ്ധാന്തം 4.31)

Versed sine of hour angle നതജ്യാ.

നതജ്യാ അന്ത്യജ്യാക്ക് തുല്യം. മദ്ധ്യന്ദിനകര്ണ്ണത്തെ അന്ത്യജ്യാ കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് ഇഷ്ടകർണ്ണം കൊണ്ടു ഹരിച്ചതാണ് നതജ്യാവും അന്ത്യജ്യാവും.നതജ്യാ സൂര്യന്റെ R versed sine of hour angle ആയതുകൊണ്ട് ചിലവേളകളില് ജ്യാവും R versed

sine ആവണം. ഈ കാരണംകൊണ്ടാണ് തജ്യാ വ്യാസാർദ്ധശോധിതാ എന്ന വാക്യം സമവാക്യത്തിൽ മേല്പറഞ്ഞ പ്രകാരം ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

R- R.vers(6t)=R cos(6t). t സൂര്യോദയശേഷം യഥാർത്ഥത്തില് കഴിഞ്ഞുപോയ നാഡികകളാണ്. 6tയെ സൂരോദയബിന്ദു(പൂർവ്വചക്രവാളബിന്ദു)വും സൂര്യനും തമ്മിലുള്ള കോണികഅകലംകൊണ്ട് ആദേശം ചെയ്യുന്നു.വരാഹമിഹിരൻ പിന്നീട് മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയോട്ട ലംബമായി കൂട്ടാൻ പറയുന്നു(സമേതം).പക്ഷേ ഇത് ഗണിതപരമായ കൂട്ടലല്ല,ഗ്രാഫിക്കലായ സംയോജനമാണ്.ഉച്ചക്ക് ഉത്തര ദക്ഷിണരേഖ വളരെ ചെറുതാകയാൽ ഛായ തീരെ ഇല്ല. അതിനാൽ ഈ മാർഗ്ഗം മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയുടെ ഏതാണ്ട് കൃത്യമായ വാല്യു തന്നെ തരും.

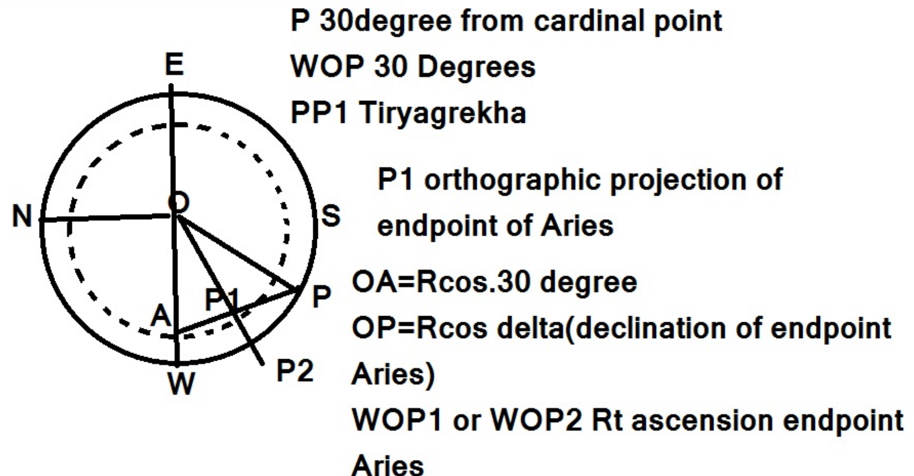
ഛായാഹരിജ്യാഭ്യന്തരജീവാചാപാംശഷഷ്ഠഭാഗോ യഃ

താ നാഡ്യഃപ്രാഗ്യതഃപശ്ചാഛേ ഷാഡതഥാപ്രാപ്താ (പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക)

ചാപത്തിന്റെ ഡിഗ്രികളുടെ ആറിലൊന്നുഭാഗം ജീവ(R versed sine)നുമായി ഒത്തുപോകുന്നു. അത് ഛായാഗ്രങ്ങളുടെ ദൂരമാകയാൽ കിഴക്കോട്ട് കഴിഞ്ഞ നാഡികളും പടിഞ്ഞാട്ട് വരാനിരിക്കുന്ന നാഡികളും കിട്ടുന്നു.അഞ്ചാം ശ്ലോകത്തിലുള്ളതിന്റെ വിപരീതക്രിയയാണ് ഈ ആറാം ശ്ലോകത്തിലുള്ളത്.ഏഴാം ശ്ലോകത്തിൽ ഉത്തരദക്ഷിണരേഖക്കു സമാന്തരമായി തിര്യഗ് രേഖ വരക്കുന്നു. ഇത് അപക്രമാശരേഖ അഥവാ ഡെക്ലിനേഷന്റെ രേഖയാണ്.അതിന്റെ ചാപത്തിന്റെ ഡിഗ്രികളെ 10 കൊണ്ടുഗുണിച്ചുകിട്ടുന്ന വിനാഡിക അതാതു രാശിയുടെ റൈറ്റ് അസൻഷന്റെ വിനാഡികയാണ്.രണ്ടാം ശ്ലോകത്തിൽ 3 വൃത്തരേഖകളാണ് വരച്ചത്. അവ അപക്രമാശരേഖകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.ഭൂമദ്ധ്യരേഖയുടെ പ്രതലത്തിലേക്ക് രാശികളുടെ അന്ത്യബിന്ദുവിലേക്കുള്ള അഹോരാത്രവൃത്തങ്ങളുടെ ഓർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷനുകളാണ്.ഈ മെത്തേഡുകൊണ്ട് കൃത്യമായിത്തന്നെ സ്ഫുടം കാണാം.

Aries

Rt ascension of other Rasi seen with same method



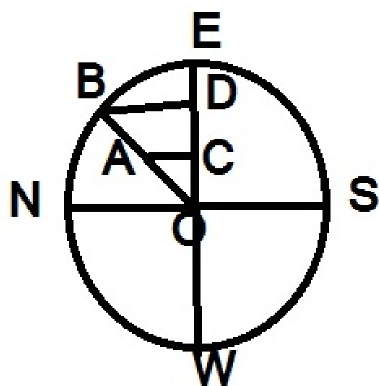
. രേഖപ്പെടുത്തിയ സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രവുമായി ഛായ ഒന്നാവുംവിധം ശങ്കുവിനെ മറ്റൊരിടത്തേക്ക് മാറ്റുക.ശങ്കുവിന്റെ അഗ്രം,കേന്ദ്രം ഇവയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന ചരട്,വൃത്തത്തിൽ വിഷുവദ്ദിനമാദ്ധ്യന്ദിനകോണികദൂരമാണ്. വിഷുവാന്തരം എന്നത് ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നുള്ള ദൂരം മാത്രമല്ല,വിഷുവദ്ദിനത്തില് കാണപ്പെടുന്ന ദൂരമെന്നുകൂടി വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെടണം.ഈ ശ്ലോകം സൂര്യന്റെ മാദ്ധ്യന്ദിനഉച്ചദൂരം സമരാത്രദിനത്തിൽ കാണുന്നതിനുള്ള മാര്ഗ്ഗമാണ്.ആ ദിനം ശങ്കുവിനെ ഛായാഗ്രം സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തില് വരുമാറ് സ്ഥാപിക്കുന്നു. ശങ്കുവിന്റെ അഗ്രവും കേന്ദ്രവും ചരടുകൊണ്ട് ബന്ധിക്കുന്നു. ചരടിനും ലംബ ശങ്കുവിനും ഇടയിലുള്ള കോൺ, സൂര്യന്റെ സമരാത്രദിനത്തിലെ ഉച്ചദൂരത്തിനു തുല്യമാണ്. സമമണ്ഡലത്തിന്റെ അങ്കിതമാക്കപ്പെട്ട രേഖകളിൽനിന്ന് കോണിനെ അളക്കാം.

വിന്യസ്യോദകഛായാം ഛായാഗ്രാഛങ്കുരപരതഃപാത്പ(പാത്യ)

തത് കർണ്ണസം മദ്ധ്യാത് പ്രസാരയേത് സൂത്രമാപരിധേഃ

മാദ്ധ്യന്ദിനശങ്കുഛായ വടക്കോട്ടും അതേ ഉയരമുള്ള മറ്റൊരു ശങ്കു(ഛായയുടെ അഗ്രത്തിൽനിന്ന്)ഛായക്ക് ലംബമായും .അതിന്റെ കർണ്ണം ചരടുകൊണ്ട് പരിധിവരെ നീട്ടുന്നു. രണ്ടാമത്തെ ശങ്കു കിഴക്കോട്ടാണെങ്കില്,വൃത്തത്തിന്റെ

കിഴക്കുഭാഗത്തിന്റെയും ചരട്ടം സമമണ്ഡലവൃത്തവും തമ്മിലുള്ള ഛേദബിന്ദുവി ന്റേയും ചാപം മാദ്ധ്യന്ദിനസൂര്യന്റെ ഉച്ചദ്ദൂരത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.വിഷുവാന്തരം (സമരാത്രദിനത്തിലെ മാദ്ധ്യന്ദിനഉച്ചദ്ദൂരം)എന്നതുകൊണ്ട് നിരീക്ഷകന്റെ സ്ഥാനമായ അക്ഷാംശം പറയുന്നു. മദ്ധ്യാഹ്നം ഭൌമാക്ഷാംശത്തിൽനിന്നു വേണം കാണുന്നത്. .ഇഷ്ടദിനത്തിലെ സൂര്യന്റെ ഡെക്ലിനേഷൻ അറിയുമ്പോ ള്,(അത് അക്ഷാംശത്തേക്കാളും കൂടിയതോ കുറഞ്ഞതോ ആവാം) മദ്ധ്യാ ഹ്ന സൂര്യന്റെ ഉച്ചദ്ദൂരവും (ഇഷ്ടദിനത്തിലെ)മാദ്ധ്യന്ദിന സമരാത്രദിനസൂര്യന്റേതും അറിഞ്ഞ്, അതിന്റെ വ്യത്യാസം അറിയുകയാണ്.സൂര്യന്റെ ഡെക്ലിനേഷന്റെ R-sine ഭൂമദ്ധ്യരേഖക്ക് ലംബമായി എടുത്ത്,അത് Eclipticരേഖയെ തൊടുന്ന ബിന്ദു കാണുക.അതിന്റെ ജ്യാവാണ് സൂര്യരേഖാംശം (ഗോളത്തിന്റെ ദിശ അനുസ രിച്ച്)



OE=projection of equator

OB=projection of ecliptic

BOE=obliquity of ecliptic

BD=R .sine

R=Radius of circle

AC=R sine of declination of sun

OA=Rsine of longitude of sun

sun's longitude=arc sin OA/R

To do it graphically double OA ,place it to the graduated level circle as chord.Read its corresponding arc by graduation ,halve it .The result is arc sine desired.

ഇവിടെ മേടത്തിന്റെ ആദ്യബിന്ദു കേന്ദ്രമായ O യിലും, കർക്കിടകത്തിന്റെ ആദ്യ ബിന്ദു B എന്ന ബിന്ദുവിലുമാണ് പ്രൊജക്ട് ചെയ്തിരിക്കുന്നത്.ഇപ്രകാരം 1-11 വരെ

യുള്ള ശ്ലോകങ്ങളിൽ പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ ഗ്രാഫി ക് കണക്കാക്കലാണ് സ്ഫുടമായി തന്നിരിക്കുന്നത്. ഇവയെ ഓർത്തോഗ്രാഫിക് പ്രൊജക്ഷൻസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രാക്ടിക്കല് അപ്ലിക്കേഷനായി മനസ്സിലാക്കണം.വരാഹമിഹിരന്റെ കാലത്തുതന്നെ ഖഗോളം സമമണ്ഡലവൃത്തമായി പ്രതിനിധാനം ചെയ്തിരുന്നു.യഷ്ടി, വൃത്തവും ഗോളവുമായ ഉപകരണങ്ങളെന്നിവയുടെ നിർമ്മിതിക്ക് ഈ ഖഗോളവും അതിന്റെ ജ്ഞാനവും അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.യഷ്ടി ഖഗോളത്തിന്റെ അര്ദ്ധവ്യാസത്തെ പ്രിതിനിധീകരിക്കുന്നു. ചക്രം ഖഗോളത്തിന്റെ ദൃശ്യമായ രൂപമാണ്.ആര്യഭടനും വരാഹമിഹിരനും തിരിയുന്ന ചക്രബന്ധത്തെ വിവരിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിലും 3 ഖഗോളങ്ങളെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അവരും ചക്രബന്ധം ചെയ്തിരുന്നു എന്ന് വ്യക്തമാണ്. ഛായായന്ത്രവും ഛത്രയന്ത്രവും രേഖപ്പെടുത്തിയ സമമണ്ഡലവൃത്തവും ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രചരിത്ര ഗവേഷകർ ശ്രദ്ധിക്കാതെ വിട്ടുകളഞ്ഞ പ്രധാനഉപകരണങ്ങളാണ്.

യഷ്ടിയന്ത്രം

ഖഗോളങ്ങളുടെ സ്ഥാനനിർണ്ണയത്തിനും ഭൂമിയിലെ സ്ഥലങ്ങളുടെ സർവ്വേക്കും ഉപയോഗിക്കുന്നു.ത്രിപ്രശ്നാദ്ധ്യായം ഇതിനു തുല്യവും സദൃശവുമായ നാളകയന്ത്രത്തേയും പ്രതിപാദിക്കുന്നു.(ട്യൂബ് പോലെയുള്ളത്).ഇത് ശലാകായന്ത്രത്തിന്റെ വകഭേദമാണ്. ഇതുപോലെ ഒന്ന് ഒരു വടിമേൽ ഉറപ്പിച്ച ട്യൂബ് അഥവാ നാളിയോടുകൂടി ഭാസ്കരാചാര്യ രണ്ടാമനും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു .അദ്ദേഹം അതിനെ ധീയന്ത്രമെന്നു വിളിച്ചു.ആര്യഭടന്റെ യഷ്ടീയന്ത്രം രാമകൃഷ്ണാരാദ്ധ്യന്റെ സൂര്യസിദ്ധാന്തഭാഷ്യപ്രകാരം

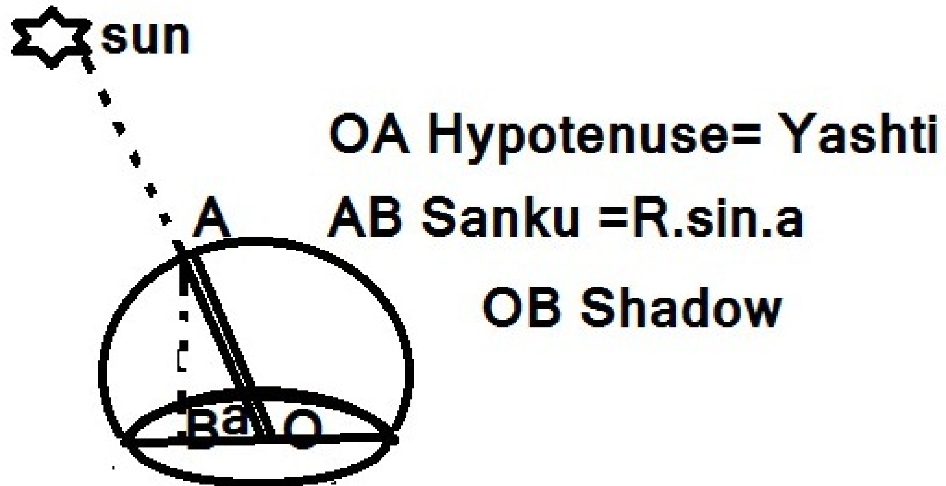
വൃത്തവ്യാസദലം യഷ്ടിത്രിജ്യാംശാംഗലസമ്മിതാ

ദിങ്മദ്ധ്യേ അർക്കോന്മുഖിധാരായായഷ്ടിഃകർണ്ണസ്തദുന്നതിഃ

ശങ്കുസ്തസൈ്യവമൂലാത്തുഛായാദിങ്മദ്ധ്യഗാസദാ

യഷ്ട്യഗ്രോദയമദ്ധ്യാശാഃഷഡ്ഭിർഭാഗ്യാദിനേഗതാ

സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസത്തിനു സമം നീളമുള്ള യഷ്ടിയന്ത്രത്തിൽ റേഡിയനില്വള്ളത്ര (57)അംഗുലം രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്.അതിനെ വൃത്തമദ്ധ്യത്തിൽ സൂര്യാഭിമുഖമായി പിടിക്കുന്നു.അപ്പോൾ യഷ്ടി കർണ്ണവും അതിന്റെ എലിവേഷൻശങ്കുവും ശങ്കുമൂലത്തിൽനിന്ന് വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം ശങ്കുഛായയുമാണ്.യഷ്ടിയുടെ അവസാനം തൊട്ട് സൂര്യോദയബിന്ദുവരെ 6 കൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നതാണ് ദിനത്തിൽ കഴിഞ്ഞുപോയ ഘടി.



R.sine of sun's altitude (gnomon)and R.sine of sun's zenith distance (shadow) can be determined from this picture. Staff (Yashti) represents Raduius.

ബ്രഹ്മസ്പുടസിദ്ധാന്തത്തിലെ യഷ്ടിയന്ത്രം സൂര്യനിരീക്ഷണത്തിനുള്ള മാർഗ്ഗം പറയുന്നു:-

യഷ്ടിസ്തിര്യഗ്ധാര്യാം നഷ്ടഛായാവലംബകഃശങ്കുഃ

ദൃഗ്ജ്യാന്തരമനുപാതാത് സ്വാഹോരാത്രാർദ്ധമഗ്രാ ച

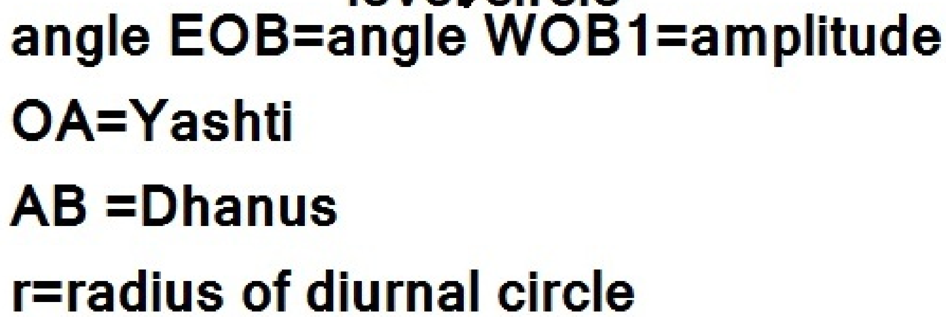
യഷ്ടി ഛായ വീഴാത്തവിധം ചെരിച്ചുവെക്കുന്നു.ശങ്കു (R sine of sun’s altitude) യഷ്ടിയുടെ അഗ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബമാണ്.യഷ്ടിയുടെ മൂലത്തിൽനിന്നുള്ള ദൂരം

ദിഗ്ജ്യാ (R sine of sun's zenith distance).സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസമാണ് യഷ്ടിയുടെ നീളം.വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് റേഡിയസ് അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ റേഡിയസ്സായി മറ്റൊരു വൃത്തം വരക്കുന്നു.അതിന്റെ പരിധിയിൽ 60 ഘടിക രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.അകത്തെ ചക്രത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ അഹോരാത്രവൃത്തത്തിൽ ചാപം (സമമണ്ഡലവൃത്തമെന്ന മഹാവൃത്തത്തിന്റെ- great circle) വരക്കുന്നു.ഇപ്രകാരം കോണികഅകലവുമായി സ്ഥടം ചെയ്ത് എടുക്കുന്നു. ഇനി കാലം നിരീക്ഷിക്കുന്നതിന്:-

യഷ്ടിവ്യാസാർദ്ധ്യേ അഗ്രായഷ്ട്യഗ്രാന്തരസമജ്യായാധനുഷി
ഘടികാദിതീയവൃത്തേയാതാഃപ്രാഗാപരതഃശേഷാഃ

R=യഷ്ടിയുടെ നീളം എന്ന ഗോളത്തിൽ ,ഉദയാസ്തമയബിന്ദുകളുടേയും യഷ്ടിയുടേയും ദൂരങ്ങൾ ഒരു ധനുസ്സുപോലെയാണ്.അകത്തെ വൃത്തത്തിൽ കഴിഞ്ഞതും വരാനുള്ളതുമായ ഘടികകൾ(രാവിലെ,വൈകുന്നേരം)അളക്കാം.ഇവിടെ ഖഗോളങ്ങളെ സമമണ്ഡലവൃത്തോപരിയാണ് നിർമ്മിക്കുന്നത്. സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിൽ B ഉദയബിന്ദു ,B1 അസ്തമയബിന്ദു രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.Angle EOB =sun's amplitude.

Arc BA യഷ്ടി സൂര്യാഭിമുഖമാകുമ്പോളാണ് അളക്കേണ്ടത്. ഇത് അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ഒരു Arc ആണ്.ഭൂമദ്ധ്യരേഖയുടെ Arc ആണ് ഗ്രേറ്റ് സർക്കിളെന്ന് അറിയുന്നത്. ഇതിനെ ഗ്രാഫിക്കലായി വരക്കണം. രണ്ടാമത്തെ വൃത്തത്തിന്മേലായി വരക്കുന്ന Arc BA സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ അകത്തായി ഡോട്ടഡ് രേഖയായി വരച്ചിരിക്കുന്നു.



യഷ്ടേഃസ്വാഹോരാത്രാർദ്ധഭാജിത അന്തരദലാഹതാത്രിജ്യാ

ഫലചാപാംശാദിഗുണാഃഷഡ്ഭിർവ്വാഭാജിതാഘടികാ

യഷ്ടിയുടെ ദൂരത്തിന്റെ പകുതി യെ അർദ്ധവ്യാസംകൊണ്ച്ചുഗുണിച്ചതാണ് അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസം. 360ൽ 60 ഭാഗം (360നെ 60കൊണ്ടുഹരിച്ചത്)ആറിലൊന്ന് ആണ്. ഇങ്ങനെയാണ് ഡിഗ്രികളെ ഘടികകളാക്കി മാറ്റുന്നത്. കാലം കണക്കാക്കാനുള്ള മറ്റൊരു മാർഗ്ഗം- യഷ്ടിവ്യാസാർദ്ധേ വാ ഘടികാശങ്കുംഗുലാദിതോ മൂലാത്

അവലംബസൂത്രയുക്ത്യാ ഘടികാദിവസസ്യഗതശേഷാഃ(ശ്ലോകം 23)

അർദ്ധവ്യാസം യഷ്ടിയാവുമ്പോള്,സമമണ്ഡലവൃത്തത്തില് ശങ്കുംഗുലം (സൂര്യന്റെ ഉച്ചത്തിന്റെ R.sine കൊണ്ട് ഘടിക കിട്ടുന്നു.ശങ്കുവിന്റെ മൂലംമുതൽ യഷ്ടി

യുടെ അഗ്രംവരെ ലംബമായി ചരട് (സൂത്രം) പിടിപ്പിക്കുക. കഴിഞ്ഞുപോയതും വരാനിരിക്കുന്നതുമായ ഘടിക ഇങ്ങനെ കാണാം.ശ്ലോകം 24-26 വരെ V എന്ന ഷേപ്പിലുളളതിനെ വിവരിക്കുന്നു. 27ൽ,യഷ്ടിയന്ത്രംകൊണ്ട് ദിശകാണുന്ന വിധം-

മദ്ധ്യഗ്ഗതായായയഷ്ടേർലംബകശങ്കുപ്രവേശനിർഗ്ഗമനേ

ക്രാന്തിദശാത് പ്രാച്യപരേ മത്സ്യാധ്യാമോത്തരേ സാദ്ധ്യേ (27)

രണ്ട് ലംബശങ്കു(ചരട്) യഷ്ടിയുടെ അഗ്രത്തിൽനിന്ന് ,അതിന്റെ താഴത്തെ അറ്റം സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലാണ് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്.(സമമണ്ഡവൃത്തത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നതും നിർഗ്ഗമിക്കുന്നതുമായ ബിന്ദുക്കളിൽ).ക്രാന്തിവശാത്(ഡെക്ലിനേഷന്റെ ഇഫക്ട് കൊണ്ട്) പൂർവ്വപശ്ചിമബിന്ദു നിശ്ചയിക്കുന്നു. മത്സ്യചിത്രംകൊണ്ട് ഉത്തരദക്ഷിണദിശ നിശ്ചയിക്കുന്നു.ഇത് ഇന്ത്യൻ സർക്കിള് മെത്തേഡ് തന്നെയാണ്.ക്രാന്തിവശാത് എന്നപദം രണ്ടുവിധം വ്യാഖ്യാനിക്കുന്നു. ഒന്ന് ഒരു ദിവസത്തിൽ സൂര്യന്റെ ഡെക്ലിനേഷൻ കൊണ്ടു വരുന്ന മാറ്റത്തിന്റെ സ്പടം അഥവാ കറക്ഷൻ. രണ്ട്, സൂര്യന്റെ ഡെക്ലിനേഷന് കാരണം പൂർവ്വപശ്ചിമരേഖക്ക് വരുന്ന സമാന്തരമാറ്റം .

ശങ്കുതലാഗ്രാന്തരയുതിരന്യൈകദിശോർഭുജാഭുസ്യകൃതിം

ദൃഗ്ജ്യാകർണ്ണകൃതേഃപ്രോഹ്യപദംപൂർവ്വാപരാകോടിഃ(28)

ശങ്കുതലവും അഗ്രവും കൂട്ടിയതോ ,അവയുടെ വ്യത്യാസമോ (ദിശ വിപരീതമാവുമ്പോൾ) ഭുജം എന്ന് അറിയുന്നു,ഭുജത്തെ ദിഗ്ജ്യാവിൽനിന്ന് കിഴിച്ചതാണ് കർണ്ണം .അതിന്റെ വർഗ്ഗമൂലം അഥവാ സ്ക്വയര്റൂട്ടാണ് പൂർവ്വാപരരേഖയിലെ കോടി.

Z ഉച്ചം, Zenith, O Observer (നിരീക്ഷകന്റെസ്ഥാനം),

NESW എന്നിവ നാലു ചക്രവാളബിന്ദുക്കളാണ്. X ഖഗോളത്തില് സൂര്യന്റെ സ്ഥാനം. EW' സൂര്യാസ്തമയ,ഉദയബിന്ദുക്കളുടെ സ്ഥാനം.OXയഷ്ടി. XA ശങ്കു.(

Rsine of Sun’s altitude). EW,E’W’ ഇവയുടെ വ്യത്യാസം അഗ്രം. (Rsine of sun’s amplitude)= BC

Aക്ക് രേഖ EW1ൽനിന്ന് ദൂരം=AC

OA =R sine of Zenith distance (ദിഗ്ജ്യാ)

ചിത്രം-

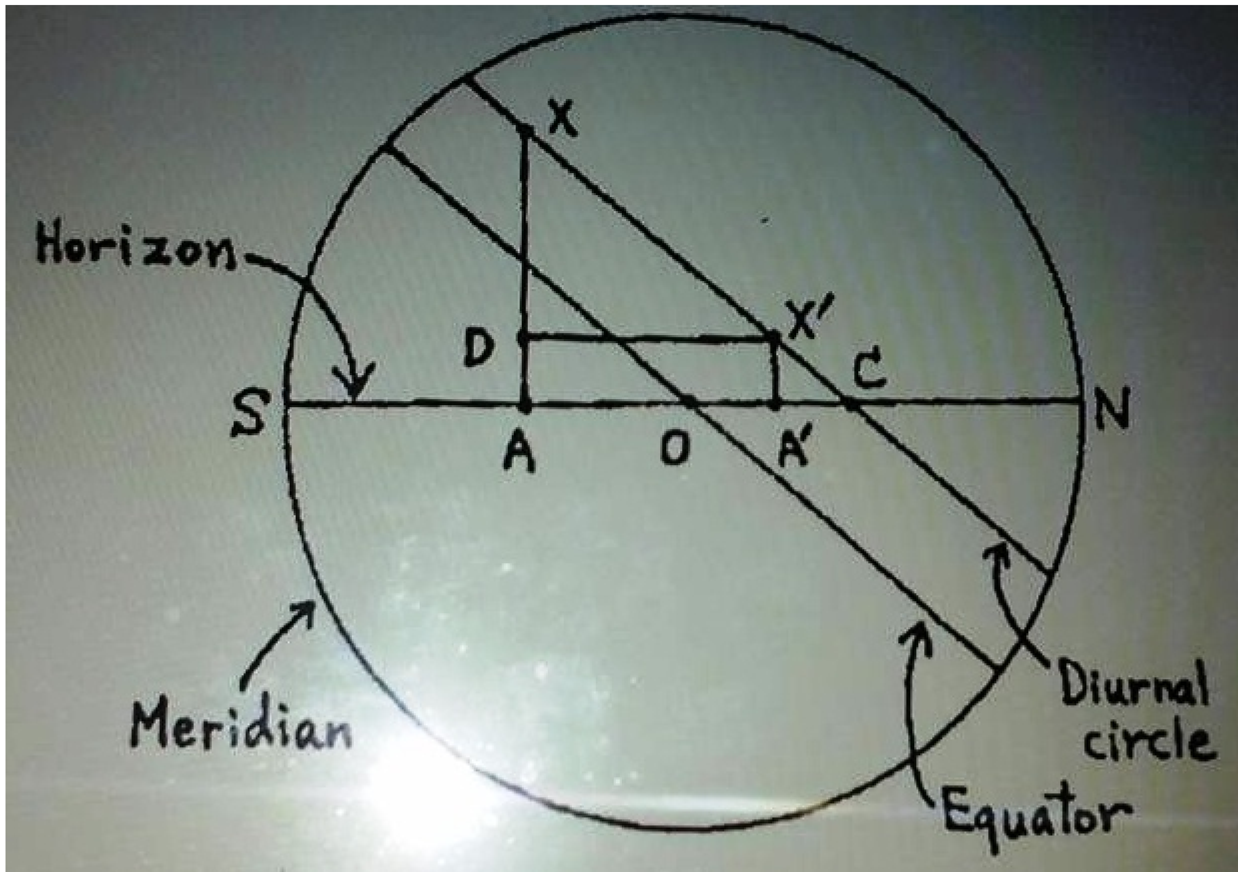
ഉദയാസ്തസൂത്രശങ്ക്വന്തരം ഹൃതം ശങ്കുനാ അർക്കസംഗുണിതം വിഷുവച്ഛായൈവം വാ വിനോദയാസ്തമയസൂത്രേണ

ഉദയാസ്തമയരേഖക്കും ശങ്കുവിന്നും ഇടയിലുള്ള ദൂരത്തെ 12 കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് ശങ്കുവിന്റെ നീളം കൊണ്ടു ഹരിച്ചതാണ് സമരാത്രമാദ്ധ്യ ന്ദിനച്ഛായ.ഉദയാസ്തമയരേഖ അറിയാതെപ്പോലും അത് കണ ക്കാക്കാനാവും.അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ഭൂമിയിലേക്കുള്ള

ചെരിവ് , ഭ്രമദ്ധ്യത്തിന് ഭ്രമിയിലേക്കുള്ള ചെരിവ് തന്നെയാണ്. അതുതകൊണ്ട് XA : AC =12 : equinoctial midday shadow എന്ന അനുപാതം കിട്ടുന്നു. ഇത് ലഭിക്കുവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ:-

പ്രാച്യപരാ ശങ്കുതലാന്തരദ്വയാന്തരയുതിഃസാമാന്യദിശോഃ

ദ്വാദശഗുണിതാവിഷുവച്ഛായാശങ്ക്വന്തരവിഭക്താ

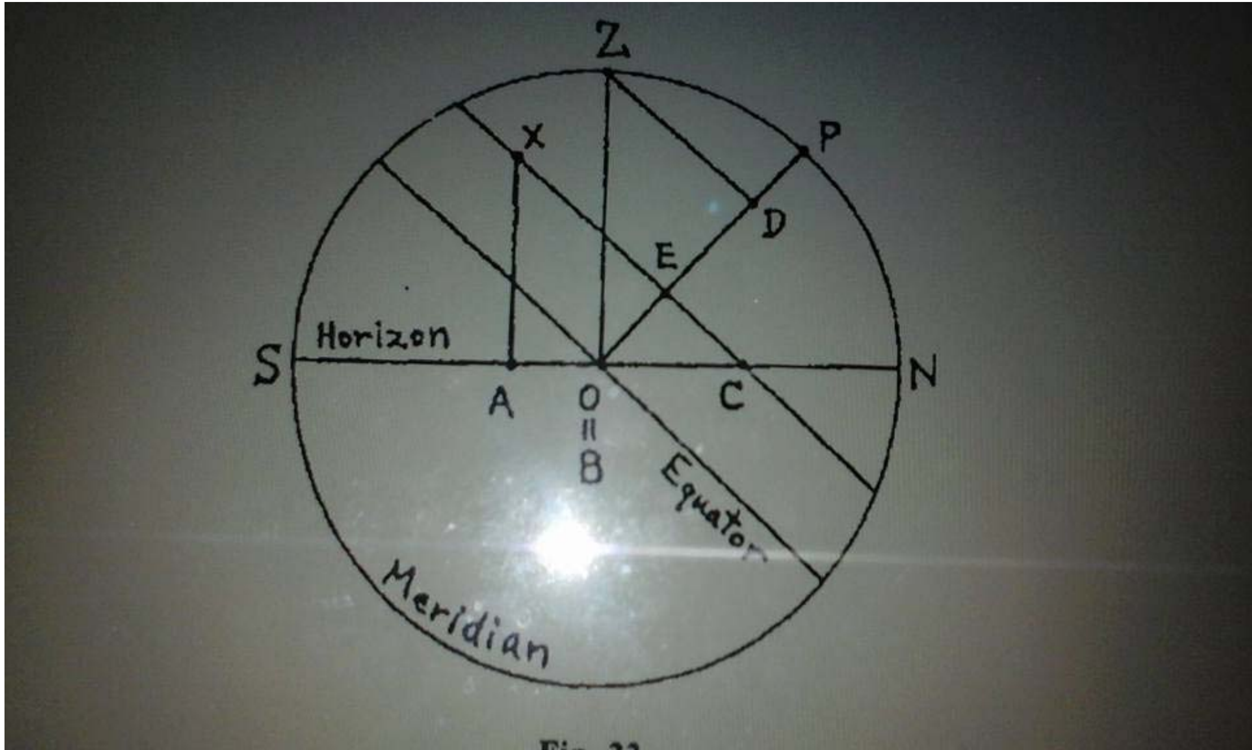


ശങ്കുപ്രാച്യപരാന്തരശങ്ക്വഗ്രൈക്യമുദഗാന്തരംയാമ്യേ

ലംബഗുണം യഷ്ടിഹൃതം ക്രാന്തിജ്യാതോരവിഃപ്രാഗ് വത്

ശങ്കുവിനും പൂർവ്വപശ്ചിമരേഖകൾക്കിടയിലെദൂരവും ശങ്ക്വഗ്രവും (അല്ലെങ്കില് ശങ്കുതലം-ഉത്തരാർദ്ധഗോളമാണെങ്കില് കൂട്ടുക,

ദക്ഷിണാർദ്ധഗോളത്തില് കുറയ്ക്കുക) കൂട്ടിയതിനെ ലംബംകൊണ്ടു ഗുണിച്ച് യഷ്ടി(അർദ്ധവ്യാസം)കൊണ്ടു ഹരിക്കുക അതാണ് ക്രാന്തിജ്യാ (R sine of declination)



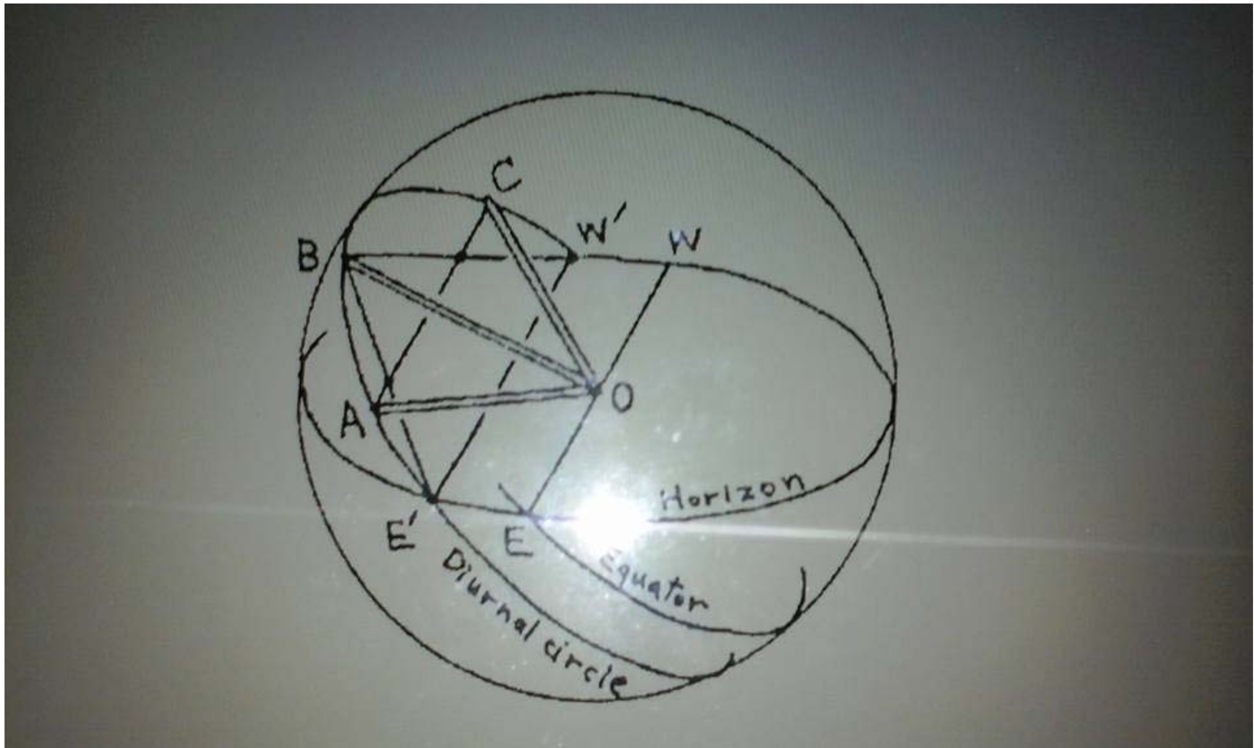
ക്രാന്തിജ്യാ (R sine of declination)=OE=$\frac{OC \times ZD}{R}$

ഭാസ്കരാചാര്യ 2 യഷ്ടിയന്ത്രം (സിദ്ധാന്തശിരോമണി)

സമമണ്ഡലവൃത്തംവരച്ച് 4 പ്രധാനബിന്ദുക്കളും ഉദയാസ്തമയബിന്ദുക്കളും രേഖപ്പെടുത്തുക.സൂര്യന്റെ അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസത്തെ ഘടിയായി രേഖപ്പെടുത്തുക. ഉദയാസ്തമയ ബിന്ദുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ചാപവും യഷ്ടിയുടെ അഗ്രവും സൂര്യാഭിമുഖമാക്കി ഘടിയോട്ട ഘടിപ്പിക്കുക.അഹോരാത്രവൃത്തം സമമണ്ഡല

വൃത്തത്തിനകത്താണ്.ശങ്കു,ദൃഗ്ജ്യാ എന്നിവ യഷ്ടികൊണ്ട് കാണുക.മാദ്ധ്യന്ദിനഛായ കണക്കാക്കുക.

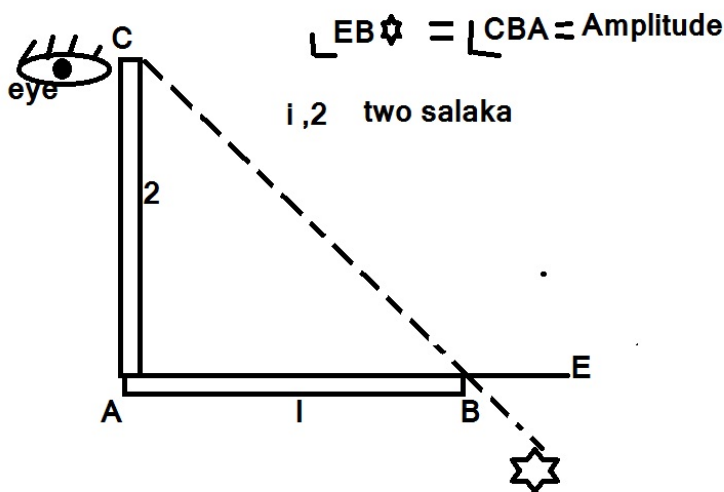
ശങ്കുവിനും ഉദയാസ്തമയബിന്ദുക്കൾക്കും ഇടയിലെ ദൂരത്തെ 12 കൊണ്ടുഗുണിച്ച് ശങ്കുകൊണ്ടുഹരിച്ചത് ഉത്തരം .ഇതാണ് ഒരു മാർഗ്ഗം. മറ്റൊന്ന് 2 ശങ്കു ഉപയോഗിച്ചാണ്.രണ്ടിന്റേയും അടിഭാഗം തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം 12 കൊണ്ടുഗുണിച്ച് രണ്ടുശങ്കുവിന്റെ വ്യത്യാസം കൊണ്ടുഹരിച്ചാലും കിട്ടും.മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയെ പലഭ എന്നു വിളിക്കുന്നു..ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ മാർഗ്ഗം തന്നെയാണിത്.



നാളകയന്ത്രം

യഷ്ടിയന്ത്രം ഒരു ദണ്ഡ് മാത്രമാണ്.യഷ്ടിയന്ത്രത്തിനെത്തന്നെ ഒരു ട്യൂബ് ആക്കിയത് നാളകയന്ത്രമാണ്.എന്നാലത് ടെലസ്കോപ്പിന്റെ ആദിമരൂപമാണ്,വെറുമൊരു യഷ്ടിയല്ല.നാളികയെ ഒരു ആകാശഗോളത്തിനുനേരെ തിരിച്ചുപിടിച്ച്,അവിടെ ഉറപ്പിച്ച്, നാളത്തിലൂടെ ദ്രഷ്ടാവിന് ഗോളത്തെ നിരീക്ഷിച്ച് സ്ഥാനം നിശ്ചയിക്കാം.ചിലപ്പോൾ ഗോളത്തിന്റെ പ്രതിഛായ വെള്ളത്തിലേക്ക് വീഴ്ത്തി(ഗ്രഹണസമയത്തെന്നപോലെ)അതിനേയും നാളികായന്ത്രം കൊണ്ട് നിരീക്ഷിക്കാം.നാളകഛിദ്രേണ (നാളകയന്ത്രത്തിലെ ദ്വാരംകൊണ്ട്)എന്നതുകൊണ്ട് അത് ടെലസ്കോപ്പുപോലെ ഉപയോഗിക്കുന്നതാണെന്ന് അറിയണം.

ശലാകായന്ത്രം



കോണികഅകലം നിർണ്ണയിക്കാനുള്ള ഉപകരണമാണ്. അർദ്ധവ്യാസത്തോളം അംഗുലമുള്ള ശലാക ((360 നെ 2π കൊണ്ടു

ഹരിച്ച 57 അംഗുലം)യെ കിഴക്കുപടിഞ്ഞാ റായി നിർത്തി, അതി ന്റെ പടിഞ്ഞാറേ അറ്റത്ത് മറ്റൊരു ശലാക(സൂചി)അതിനു ലംബ മായി നിർത്തുക.ഉദിക്കുന്ന ആകാശഗോളത്തെ രണ്ടാമത്തെ ശലാകയുടെ അഗ്രത്തിൽനിന്ന് നിരീക്ഷിക്കുക.ആകാശഗോളം ആദ്യത്തെ ശലാകയുടെ അഗ്രത്തിനോട് നേർക്കുപിടിച്ചിരി ക്കണം.രണ്ടുശലാകകളുടെ വർഗ്ഗത്തിന്റെ തുകയുടെ വർഗ്ഗമൂ ലമാണ് കർണ്ണം(അർദ്ധവ്യാസം)

ശകടയന്ത്രം

യഷ്ടിയുടെ വകഭേദമെന്നു പറഞ്ഞാണ് വരാഹമിഹിരനും ബ്രഹ്മഗുപ്തനും ഈ യന്ത്രത്തെ വിവരിക്കുന്നത്. ലല്ലനും ശ്രീപ തിയും സകടയന്ത്രമെന്നു വിളിക്കുന്നു.പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക ഇങ്ങനെ പറയുന്നു:

ചോദ്ധ്യാർദ്ധയഷ്ടിവേധാദനർക്കേന്ദോരന്തരംശകാർക്കാംശഃ

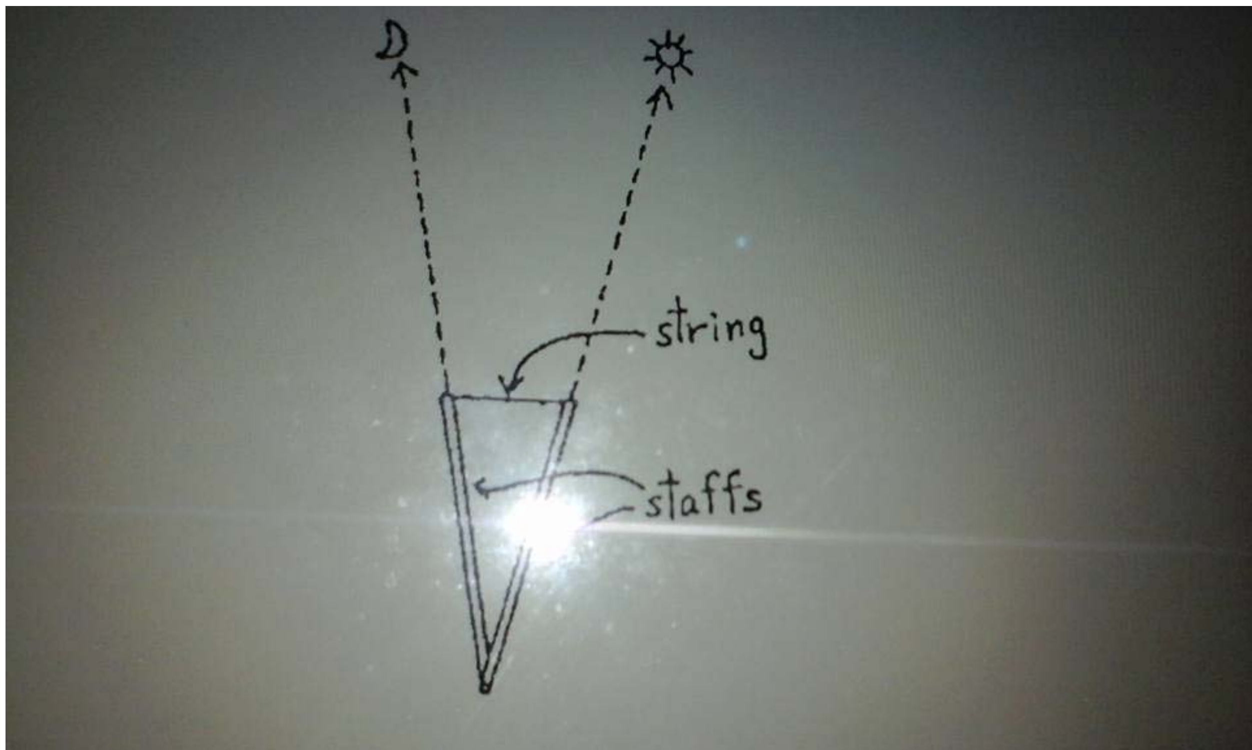
സ്ഫുടനഷ്ടതിഥിർജ്ഞേയാ തസ്മാത് കാര്യാ തഥാ ചാന്യാ

ദത്വാംശകേഷ്വതേഷ്വേവഭാസ്കരം ഛേധകേനവിജ്ഞാനം

സ ഭവതി തസ്മിൻകാലേ നിശാകരശ്ച്ഛേദ്യകേനൈവ

ഛേദ്യത്തിന്റെ (സമമണ്ഡലവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസം)തുല്യ നീളമുള്ള യഷ്ടികൊണ്ട് സൂര്യചന്ദ്രന്മാർക്കിടയിലുള്ള ഡിഗ്രികളു ടെ ദ്വാദശാംശം(പന്ത്രണ്ടിലൊരു ഭാഗം)ഗണിക്കുക.അതാണ് കഴിഞ്ഞുപോയ തിഥി. സൂര്യന്റെ രേഖാംശം സമമണ്ഡലവൃത്തത്തി

ൽ ഗ്രാഫിക്കലായി മനസ്സിലാക്കുന്നു.ഇതിനോട് ശകടയന്ത്രത്തി ന്റെ നിരീക്ഷണവും വെച്ച് ചന്ദ്രന്റെ രേഖാംശം ഗ്രാഫിക്കലായി കണക്കാക്കുന്നു.ഇതിനുതുല്യമായ ഉപകരണം ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തകാരനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.രണ്ടു യഷ്ടികളെ അവയുടെ താഴത്തെ അറ്റത്ത് പരസ്പരം യോജിപ്പിക്കുക.അഗ്രങ്ങളെ സൂത്രത്താൽ(ചരട്)സ്പർശിക്കുക.ഇത് ചന്ദ്രസൂര്യന്മാരുടെ കോണിക അകലമാണ്. ഇതിനെ 12 കൊണ്ടു ഹരിച്ചതാണ് കഴിഞ്ഞുപോയ തിഥി.



ലല്ലനും ഇതിനെ വിവരിക്കുന്നു(ശകടയന്ത്രമെന്ന പേരിൽ).ശ്രീപതിയുടെ ശകടയന്ത്രം ഇങ്ങനെ:-

വൃത്തേ ചക്രലവാങ്കിതേ അഗ്രശകടാകാരം ശലാകാദ്വയം

കൃത്വാ തേന വിവേധ്യയേദ്രവിവിധൂലംബസ്യപാതസ്തയോ

യാവന്തഃപരിധൌതദന്തരലവാഃസൂര്യൈഃ പർവ്വവിഭക്താഗതാഃ

ശുക്ലേസ്യുസ്തിഥയോഭവന്തി ബഹുലേ പക്ഷേ ച ഭോഗ്യാഃസ്ഫുടം

വൃത്തത്തിന്മേൽ 360 ഡിഗ്രി രേഖപ്പെടുത്തി അതിലാണ് ശകടാകൃതിയിൽ രണ്ടു ശലാക വെച്ച് സൂര്യചന്ദ്രന്മാരുടെ നിരീക്ഷണം. വൃത്തത്തിന്മേല് അവയുടെ ഛേദം കാണുന്നു. അവയുടെ ദൂരം (ഡിഗ്രികളിൽ) പരിധിയിലുള്ളതിനെ 12 കൊണ്ടുഹരിക്കുന്നു.ഇത് കഴിഞ്ഞ തിഥി. (ശുക്ലപക്ഷത്തിൽ) വരാനുള്ള തിഥി (കൃഷ്ണപക്ഷത്തിൽ).ഇത് വരാഹമിഹിരനും ബ്രഹ്മഗുപ്തനുംലല്ലനും പറഞ്ഞ അതേ രീതിതന്നെയാണ്. ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിൽ യഷ്ടികൊണ്ടുള്ള ഭൂമിസർവ്വേ പറയുന്നുണ്ട്. ഇതാണ് ബ്രിട്ടീഷുകാരായ ശാസ്ത്രജ്ഞർ (എവറസ്റ്റ് അടക്കം) പഠിച്ച് ,ചെയ്തത്.രണ്ടുശലാകകളുടെ ശങ്കുഛായ കാണുന്നവിധം ആര്യഭടീയത്തിലും ലീലാവതിയിലുമുണ്ട്. ഇത് സർവ്വേക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്ന വിധം വളരെ വിശദമായി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട് എല്ലാ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രകരണഗ്രന്ഥങ്ങളിലും .വിസ്തരഭയം കൊണ്ട് വിവരിക്കുന്നില്ല(ഇവിടെ)

ദൃഷ്ടി x ലംബം ഇതിനെ അധഃശലാക കൊണ്ട് ഹരിച്ചത്

ഭൂമി

ഭൂമി x സകലശലാകയെ ദൃഷ്ടികൊണ്ടുഹരിച്ചത്   ഉയരം

ഏതെങ്കിലും ഒരു വസ്തുവിന്റെ(മല, ഗൃഹം) ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്തിന്റെ ഉയരമറിയാമെങ്കില് അതിന്റെ മറ്റെല്ലാ ഭാഗങ്ങളുടേയും ഉയരം കണക്കാക്കാനുള്ള നിരീക്ഷണവും ഗണിതവും പറയുന്നുണ്ട്.

യഷ്ട്യാഹൃതാഛലാകാത്രിജ്യാഘാതാദ്ധനുർഗൃഹാന്തരകം

യെതുക്തം മുർഖാസ്തേയതോന ദൃഷ്ടാന്തരം ദൃഗ്ജ്യാ എന്ന്

ബ്രഹ്മഗുപ്തൻ യഷ്ടിയന്ത്രത്തിന്റെ വിശദീകരണം ഉപസംഹരിക്കുന്നു.(ശലാകാദൈർഘ്യത്തെ യഷ്ടിദൈർഘ്യം കൊണ്ട് ഹരിച്ചതിനെ അർദ്ധവ്യാസം കൊണ്ടു ഗുണിച്ചതാണ് ധനുസ്സ് അഥവാ ഗൃഹാന്തരകം (ഗൃഹങ്ങളുടെ ദൂരം)എന്ന് മൂർഖന്മാരേ പറയുകയുള്ളു.)ഇതിനുള്ള സ്പഷ്ടം ബ്രഹ്മഗുപ്തൻ തരുന്നുമുണ്ട്.

ഭാസ്കര രണ്ടാമന്റെ ധീയന്ത്രം സിദ്ധാന്തശിരോമണിയിലിങ്ങനെ:-

ധ്രുവതാരത്തെ നിരീക്ഷിച്ച്, സമരാത്രദിനത്തിന്റെ മാദ്ധ്യന്ദിനഛായ കാണാനും ഭൂമിയിലെ വസ്തുക്കളുടെ ദൂരം,ഉയരം എന്നിവ കാണാനും ഉപയോഗിക്കുന്ന തത്വം നേരത്തെ പറഞ്ഞ യഷ്ടിയന്ത്രത്തിന്റേതുതന്നെയാണ്.

അഥ കിമുഹൃദുതന്വൈർധീമതോഭൂരിയന്ത്രൈഃ

സ്വകരകലിതയഷ്ടേർദത്തമൂലാഗ്രദൃഷ്ടേ

ന തദവിദിതമാനം വസ്തുയദ് ദൃശ്യമാനം

ദിവിഭുവി ച ജലസ്ഥം പ്രോച്യതേ അഥ സ്ഥലസ്ഥം

വംശസ്യ മൂലം പ്രവിലോക്യചാഗ്രം

തത് സ്വാന്തരംതസ്യ സമുച്ചയംച

യോ വേത്തി യഷ്ട്യൈവകരസ്ഥയാ അസൌ

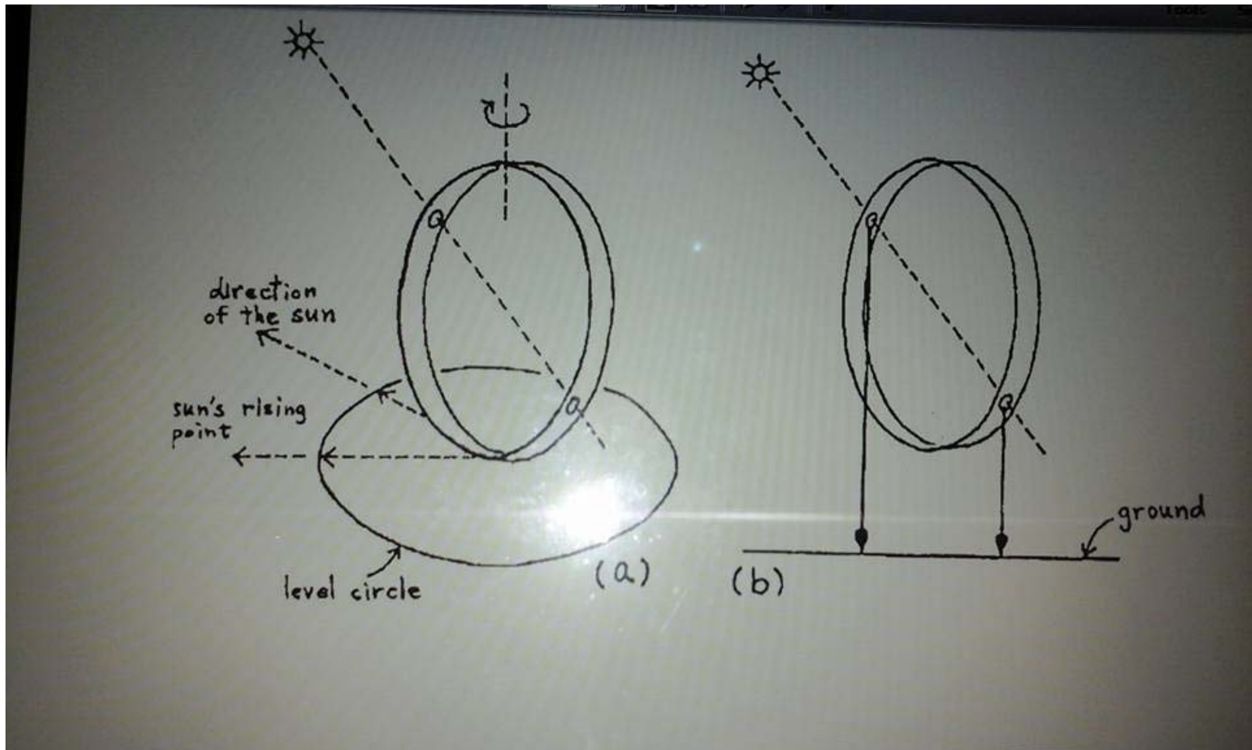
ധീയന്ത്രവേദീവദകിം ന വേത്തി

ബുദ്ധിയുള്ളവന് അനേകം ഉപകരണങ്ങളുടെ ആവശ്യം വരില്ല. കയ്യിലുള്ള യഷ്ടിയുടെ അടിഭാഗത്തും അഗ്രത്തിലും നിന്ന് നിരീ ക്ഷിക്കുന്നതും കാണാവുന്നതുമായ എല്ലാം- ഭൂമിയിലോ, ആകാശ ത്തിലോ,ജലത്തിലോ,സ്ഥലത്തിലോ ആവട്ടെ- ധീയന്ത്രവേദിക്ക് അറിയാനാവും.

വൃത്ത(ചക്ര)രൂപമുള്ള ഉപകരണങ്ങളും വകഭേദങ്ങളും

ചക്രയന്ത്രം,ധനുർയന്ത്രം,തുര്യഗോളയന്ത്രം ,ഭഗണം (നാഡീവ ലയം),കർക്കരി, കപാലയന്ത്രം ,പീഠയന്ത്രം എന്നിങ്ങനെ നിര വധി വകഭേദങ്ങളുണ്ട്. ഏറ്റവും പഴയ ചക്രയന്ചത്രം ദോലവീര (ദ്വാരകക്ക് അടുത്ത്) ആണ് പുരാവസ്തുഗവേഷണത്തിൽ ഇന്ത്യ യിൽ കണ്ടെടുത്തിട്ടുള്ളത്.ഇതിന് സൈന്ദവസംസ്കൃതികാല ത്തോളം പഴക്കമുണ്ട്.

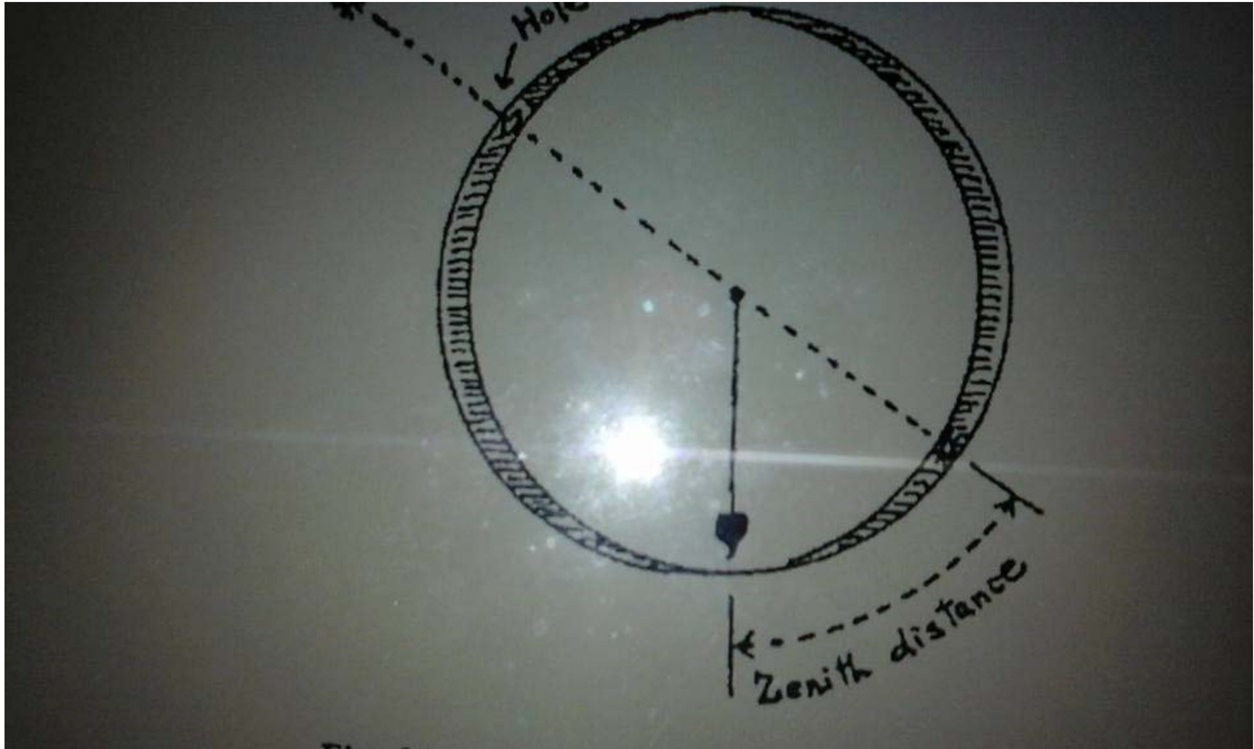
ആര്യഭടന്റെ ചക്രയന്ത്രം



ചക്രയന്ത്രം സുവൃത്തവും പരിധിയിൽ ഭഗണാങ്കിതവും വിഷുവത് സ്ഥാനങ്ങളിലായ് രണ്ട് ഛിദ്രങ്ങളുള്ളതും സൂര്യാഭിമുഖമായി ധനുർയന്ത്രംപോലെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നതുമാണ്.ചിദ്രങ്ങളിൽനിന്ന് തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ചരട് ഭൂമി തൊടണം (യഷ്ടിയന്ത്രം പോലെ) ഛിദ്രത്തിനും സൂര്യോദയബിന്ദുവിനുമിടക്കുള്ള ഡിഗ്രികളുടെ അംഗുലത്തെ 6 കൊണ്ടുഹരിച്ച് കഴിഞ്ഞുപോയ ഘടിക കാണാം അഹോരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ദക്ഷിണാർദ്ധഗോളപരിധിമേ ൽനിന്ന് നേരത്തേ ഛായായന്ത്രംകൊണ്ടുകിട്ടിയ ,സൂര്യാസ്തമയംവരെയുള്ള ഘടികകൾ അറിയാം. ചക്രയന്ത്രഘടികാജ്ഞാനം ഇപ്രകാരമാണ്.

ചക്രം ത്രിജ്യാംശാംഗുലവൃത്തം പരിധൌഭഗണാംശാങ്കിതം
വിഷുവത് സ്ഥാനയോഃഛിദ്രദ്വയയുക്തം സ്യാത്.

പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിലെ വരാഹമിഹിരന്റെ ചക്രയന്ത്രം



സമഭഗണാങ്കകചക്രമർദ്ധാംഗുലവഹലമായതം ഹസ്തം

വിസ്താരമദ്ധ്യഭാഗോ ഛിദ്രം ത്ഗോമിതിര്യക് ച

മദ്ധ്യാഹ്നാർക്കമയൂഖം പ്രവേശ്യസൂക്ഷ്മേണ പരിധിവിവരേണ

മദ്ധ്യവലംബിസൂത്രാത്തലാന്തരാം ശാസ്ത്ദന്യാക്ഷഃ

അരയംഗുലം വീതി,ഒരുഹസ്തം വ്യാസമുള്ള ചക്രം ഡിഗ്രികളാല ങ്കിതമാണ്. വിസ്താരമുള്ള മദ്ധ്യഭാഗത്ത് ഒരു ഛിദ്രം കൃത്യമായി

മദ്ധ്യാഹ്നാർക്കരശ്മി അതിലൂടെ കടക്കുന്നവിധം രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കയാണ്.

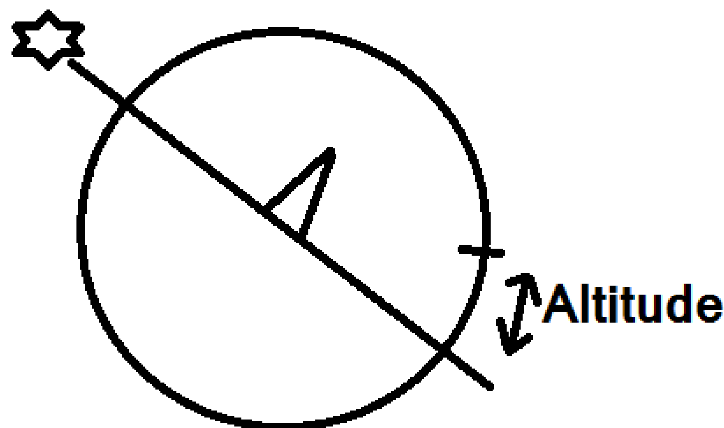
ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിലെ ചക്രയന്ത്രം

പരിധൌ ഭഗണാംശാങ്കകംമീനാന്തം ചക്രതോ വിദധ്വാ

ചക്രകയന്ത്രം മദ്ധ്യാല്ലംബോ അത്രഫലം ധനുസ്തുല്യം

മീനത്തിൽ അവസാനിക്കുന്ന രാശികളും ഡിഗ്രികളും കൊണ്ട് രേഖപ്പെടുത്തിയ ചക്രം ,കേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് തൂക്കിയിട്ട ചരട്, ലംബം.ചക്രത്തിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കുന്നവർക്ക് ധനുസ്സിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കുന്ന അതേ ഫലമാണ് കിട്ടുക. ഈ യന്ത്രം വരാഹമിഹിരന്റെ യന്ത്രത്തിനു സദൃശമാണ്.

ലല്ല,ശ്രീപതിമാരുടെ ചക്രയന്ത്രം



Elapsed Nadi=semiduration of day Xsun's altitude divided by sun's meridian altitude

ഇവിടെ വൃത്തത്തിൽ 360 ഡിഗ്രി, 60 ഘടി അങ്കിതമാക്കിയ ഫലകവും ചക്രമദ്ധ്യത്തി ലായി ലംബമായി സൂചീശങ്കുവുമുണ്ട്. സൂര്യൻ പ്രതലത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലാവുംവിധം സ്ഥാപിക്കുക. സൂചിയിലൂടെ കടക്കുന്ന ഛായ സൂര്യോദയശേഷമുള്ള ഘടികളെ കാണിക്കുന്നു.സൂര്യൻകിഴക്കാണെങ്കിൽ,കഴിഞ്ഞുപോയ നാഡി കൾ കൂട്ടുകയും , സൂര്യാസ്തമയത്തിനുമുമ്പ് വരാനുള്ള നാഡികിട്ടാനായി, സൂര്യൻ പടിഞ്ഞാറാണെങ്കിൽ കിഴിക്കുകയും വേണം. (ദിനത്തിന്റെ പകുതിയിൽനിന്ന്)

ഭാസ്കരൻരണ്ടാമന്റെ ചക്രയന്ത്രം

ചക്രം ചക്രാംശാങ്കകം പരിധൌശ്ലഥശൃഖലാദികാധാരം

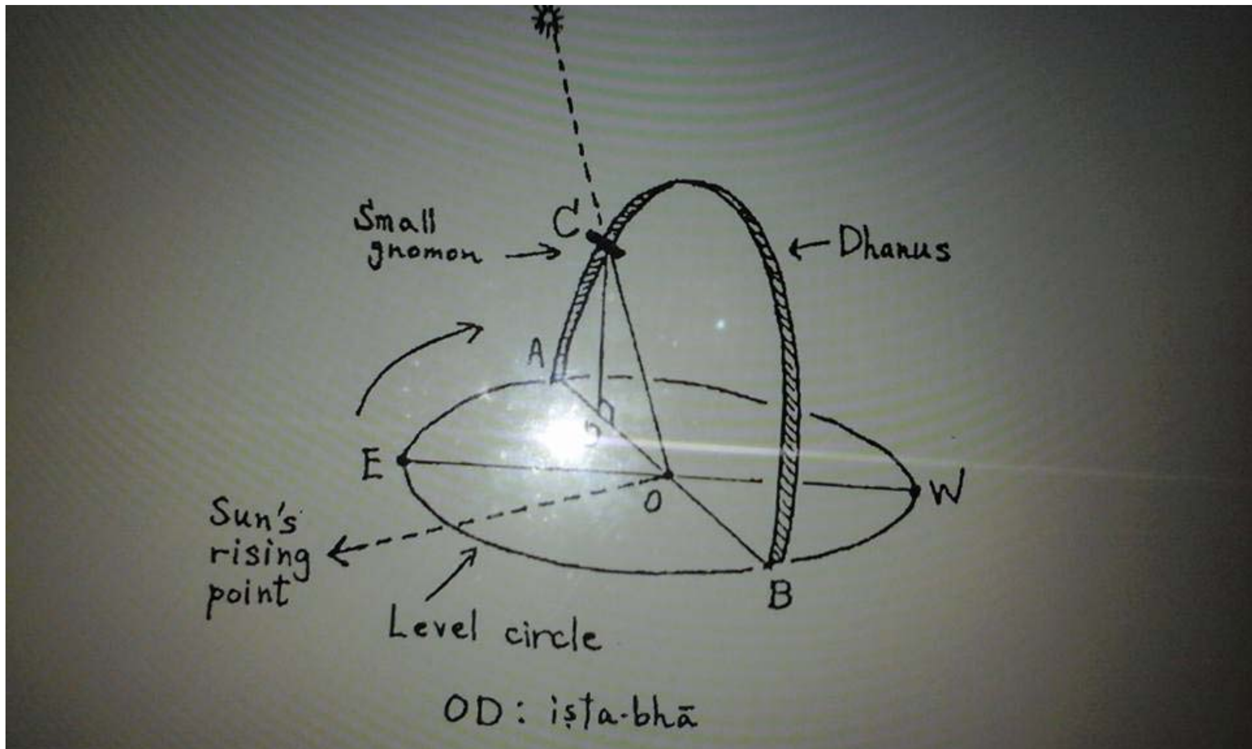
ധാത്രിത്രിഭആധാരാത് കല്പ്യാ ഭാർദ്ധേഅത്രസ്വാർദ്ധ ച

തന്മദ്ധ്യേ സൂക്ഷ്മാക്ഷം ക്ഷിപ്ത്വാ അർക്കാഭിമുഖനേമികം ധാത്യം

ധാത്രി(ചക്രവാളം) തൂക്കിയിട്ട ബിന്ദുവിന് 90 ഡിഗ്രിഅകലെ. 180 ഡിഗ്രി ദൂരെയുള്ള ബിന്ദുവാണ് ഉച്ചം(സെനിത്ത്) കേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു സൂക്ഷ്മാക്ഷം അഥവാ നേരിയ സൂചി അതിന്റെ അഗ്രം സൂര്യാഭിമുഖമായി ഉറപ്പിക്കുക.രാത്രി ചക്രത്തെ എക്ലിപ്റ്റിക്കിന്റെ തലത്തിലാണ് നിർത്തേണ്ടത്.(മറ്റു സമയങ്ങളിൽ-പകലിൽ- ലംബമായി വെക്കണം) 0 ഡിഗ്രി അക്ഷാംശത്തിലുള്ള സ്ഥിരതാരങ്ങൾ വൃത്തപരിധി തൊടുന്നമാതിരി തോന്നണം.

ആര്യഭടന്റെ ചക്രത്തിന് 2 ഛിദ്രമുണ്ട്,വരാഹമിഹിരന്റേതിന് ഈ രണ്ടുഛിദ്രങ്ങളെക്കൂടാതെ കേന്ദ്രത്തിലായി മൂന്നാമതൊന്നു കൂടിയുണ്ട്. വരാഹമിഹിരനും ബ്രഹ്മഗുപ്തനും ബലമുള്ള ചരട് കേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് തൂക്കിയിടുന്നു.ഭാസ്കരൻരണ്ടാമന് ചങ്ങല കൊണ്ട് ചക്രത്തെ തൂക്കിയിടുന്നു.ലല്ലനും ശ്രീപതിയും ഇതുചെയ്യുന്നുണ്ട്.

ധനുർയന്ത്രം



വൃത്തവ്യാസോ ധനുർജ്യാസ്യാദ് വ്യാസാർദ്ധം ധനുഷഃശരഃ

ശങ്കുഛായാധനുർജായാം ദിങ്മദ്ധ്യത്വിഷ്ടഭാ സദാ

പ്രാഗഗ്രം ധനുഷോ വൃത്തേ ഭ്രാമയേദർക്കദിങ്മുഖം

ചാപാഗ്രോദയമദ്ധ്യാംശാഃഷഡ്ഭിർഭാജ്യാദിനേഗതാ(ആര്യഭടന്റെ ചക്രയന്ത്രത്തെക്കുറിച്ച് സൂര്യസിദ്ധാന്തഭാഷ്യത്തിൽ രാമകൃ ഷ്ണ ആരാദ്ധ്യ)

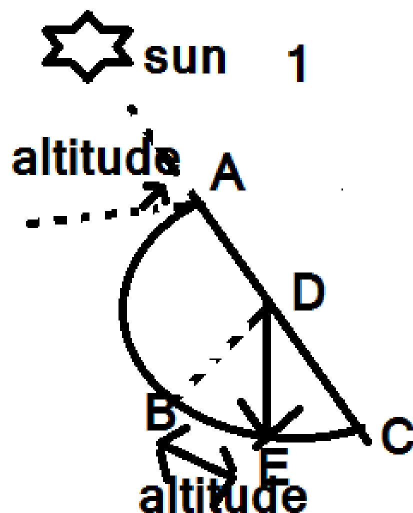
തമ്മയജ്വാന്റെ സൂര്യസിദ്ധാന്തഭാഷ്യം –

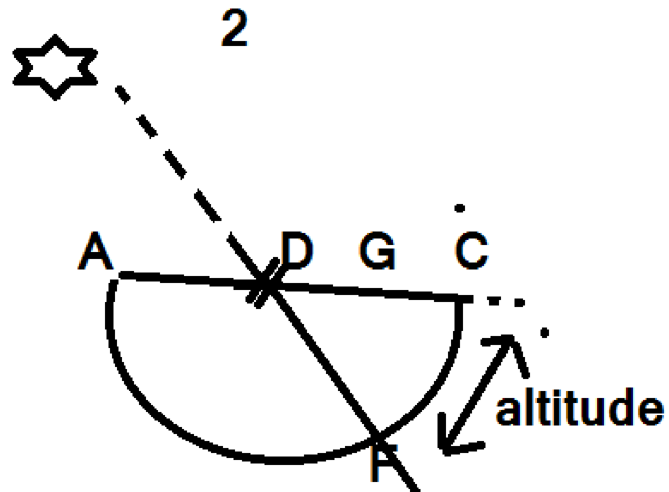
ധനുത്രിജ്വാംശാംഗുലകല്പിതവൃത്തസ്യാർദ്ധം ഷഷ്ട്യംശോഭ്യ-

ധികശതത്രയാങ്കിതമർദ്ധവൃത്തം സ സംജ്ഞം സശരം ജ്ഞാതവ്യം .

ധനുർയന്ത്രം ഒരു അർദ്ധവൃത്തമാണ്. പരിധി ഡിഗ്രികളാൽ അങ്കിതമാണ്. ധനുസ്സും ശരവും അതിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിലെ ധനുസ്സ് 2 വിധമുണ്ട്.





DG Rsine of z distance

GF R sine of altitude

F back of Dhanus

D middle of Chapa

1. ധാര്യം ധനുസ്ഥഥാ അന്യച്ഛായാസാമ്യം യഥോന്നതാഭാഗം

ദിനഗതശേഷാഘടികാഃസ്വലംബയുക്താധനുർമദ്ധ്യാത്

2. ധാര്യംസമം തഥാവാ ജ്യാച്ഛായാ മദ്ധ്യഗായഥാ ഭവതി
   അഗ്രാദിഷ്ടാഘടികാജ്യാമദ്ധ്യച്ഛായയാ ഭക്താ
   ഇതിനെ എങ്ങനെ ഉറപ്പിക്കണമെന്നും പറയുന്നുണ്ട്.
   ഘടികാസ്വശങ്കുഭാഗൈഃപൃഥഗ്
   ഗതൈർലംബഭ്രസമധ്യാർദ്ധാത്

സാശീതിശതാംശാങ്കം ചക്രസ്യാർദ്ധം ധനുർയന്ത്രം സ്വശങ്കുഭാഗം വെച്ച് (സൂര്യോച്ചത്തിന്റെ ഡിഗ്രി) ഘടികകൾകിട്ടും.അവ ഡിഗ്രികളായി ചാപത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. (ലംബത്തിന്റെ ഛായയിൽനിന്ന് വിലങ്ങനെവെച്ചഞണിന്റെ കേന്ദ്രഭാഗത്ത്) ചക്രത്തിന്റെ പകുതിയാണ് ധനുസ്സ്.അതുകൊണ്ട് 180 ഡിഗ്രിയേ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളു. ധനുർയന്ത്രം ലംബമായും ഞാണ് വിലങ്ങനേയും ആണ്. അതിന്റെ ചാപത്തിൽ സൂര്യന്റെ ഉച്ചത്തിന്റെ ഡിഗ്രി രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. കാലം സൂര്യന്റെ ഉച്ചത്തിൽനിന്നാണ് ഗണിക്കുന്നത്.പഴയ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞരെ ബ്രഹ്മഗുപ്തന് ഇങ്ങനെവിമർശിക്കുന്നു:-

മദ്ധ്യദിവസോന്നതാശൈർദിനാർദ്ധനാഡിർവദന്തിതുല്യായേ, തേ മൂർഖാസ്തച്ഛായാ ഇഷ്ടച്ഛായാസമാ ന യതാഃ സൂര്യന്റെ മദ്ധ്യദിനത്തെ ഉച്ചഡിഗ്രികൾ ദിനത്തിന്റെ പകുതിയുടെ നാഡികളെന്നു പറയുന്നവർ മൂർഖന്മാരാണ്. കാരണം ഛായ എന്നത് ഇഷ്ടച്ഛായയല്ല.ഈ വിമർശനം ,ഒരു പ്രത്യേകസമവാക്യത്തിനാണ്.അർദ്ധദിനം സൂരോച്ചം കൊണ്ടുഗുണിച്ചതിനെ സൂര്യന്റെ മദ്ധ്യന്ദിനഉച്ചംകൊണ്ടു ഹരിച്ചതാണ് കഴിഞ്ഞുപോയ നാഡികളെന്ന സമവാക്യത്തിനാണ് വിമർശനം.യഥാർത്ഥഗണിതസമവാക്യം ഇതാണ്ഃ ജീവാം സ്വാഹോരാത്രേപരികല്പ്യാഗ്രാന്തതോന്നതത്രിജ്യാ ആനുപാതാത് കാര്യാസ്തുര്യഗോലകേചക്രകേചൈവം

അഹോരാത്രവൃത്തചാപം കണ്ടശേഷം ഉച്ചദൂരത്തിന്റെ ആർസൈനും, രേഖാംശത്തിന്റെ ആർസൈനും അർദ്ധവ്യാസവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം കണ്ട് രേഖപ്പെടുത്തുക. ഇത് തുര്യഗോളകത്തിനും (ക്വാഡ്രന്റ്) ചക്രകത്തിനും (ചക്രയന്ത്രം) ഒരേപോലെ ബാധകമാണ്.

ദിനഘടികാങ്കിതയഷ്ടേ(പൃഷ്ഠേ) വ്യസ്തനതജ്യാഗ്രമുന്നതജ്യാം ച, ദിങ്മദ്ധ്യേ ച ശലാകാതഛായാഗ്രാന്തതാനാഡ്യാഃ

ദിനഘടികകളെ രേഖപ്പെടുത്തിയ തലത്തിൽ ഇപ്രകാരം രേഖപ്പെടുത്തിയ നതജ്യാ,ഉന്നതജ്യാ കാണുന്നു. കേന്ദ്രത്തിലായി വെച്ച ശലാകയുടെ ഛായാഗ്രത്തിൽനിന്ന് നാഡികളുടെ ദൂരംകാണുക.

ഇതുകൂടാതെ മറ്റൊരു നിരീക്ഷണമാർഗ്ഗം കൂടി പറയുന്നുണ്ട്.

ധനുഷഃപൃഷ്ഠേദ്രഷ്ടാ വേദ്ധ്യാജ്യാ മദ്ധ്യസംസ്ഥയാദ്രഷ്ടവ്യാ

ഇഷ്ടാന്തരം നതജ്യാ ധനുഷിഛായോന്നതജ്യായാഃ

ധനുസ്സിന്റെ പിന്നിൽനിന്ന് ചാപമദ്ധ്യത്തിലൂടെ ആകാശഗോളങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കണം. നേരത്തെ ചിത്രത്തിലെ എഫ് ആണ് ധനുസ്സിന്റെ പൃഷ്ഠം.ഉച്ചദൂരത്തിന്റെ ആർസൈനാണ് ഡിജി എന്ന ഭാഗം. ഡിയാണ് മദ്ധ്യം.ജിഎഫ് ആർസൈൻ(ഉച്ചത്തിന്റെ) എന്ന് കണ്ടു.12 അംഗുലമുള്ള ശങ്കുവിന്റെ ഛായ 12നെ ഡിജി കൊണ്ടുഗുണിച്ച് ജിഎഫ് കൊണ്ടു ഹരിച്ചതാണ്.

ജ്യാർദ്ധം ദൃഷ്ടേർദൃഗ്ജ്യാംനതജീവാംശാകുമുന്നതജ്യാംച

ധനുഷിപ്രകല്പ്യയോജ്യം യധ്യൂക്തം നാഡികാര്യം ച
നിരീക്ഷകന്റെ ദൃഷ്ടിബിന്ദുവിൽനിന്ന് (ഐപീസ്)കിട്ടുന്ന ചാപാർദ്ധം (ജ്യാർദ്ധം)തന്നെയാണ് ഡിജി. കൃത്യമായി എല്ലാം നിരീക്ഷിച്ച് ധനുസ്സിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയശേഷം നാഡികകളെ മുമ്പ് പറഞ്ഞപോലെ കാണാം.
ഇനി ഭൂതലത്തിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഉയരം കാണുന്നവിധം (സർവ്വേയിൽ)പറയുന്നു
അവലംബനം ശലാകാം ജ്യാർദ്ധം യഷ്ടിം പ്രകല്പ്യയാ
ധനുഷിഭ്രമ്യഛായയാല്ലംബോയഷ്ട്യക്തൈരാനയേത്
കരണൈഃ
ലംബമായ രേഖ ശലാക. പകുതി ജ്യാ യഷ്ടി. ഭൂമിയുടെ ഉയരം യഷ്ടിയിൽ പറഞ്ഞതുപോലെ കാണാം. ഇവിടെ ജിഎഫ് ശലാക,അർദ്ധചാപം ഡിജിയല്ല, ഡിസിയാണ്. ഈ വ്യത്യാസമുണ്ട്.സൈനും കോസൈനും ധനുസ്സിന്മേൽ ഗ്രാഫിക്കലായി പ്രതിനിധീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കയാണ്.
ലല്ലശ്രീപതിമാരുടെ ധനുർയന്ത്രം ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ രണ്ടാമത്തെ ധനുർയന്ത്രം തന്നെയാണ്.
തുര്യഗോളകയന്ത്രം അഥവാ ക്വാഡ്രന്റ്ഃ
അങ്കിതമംശാനവത്യാധനുഷോ അർദ്ധം തുര്യം ഗോളകം
യന്ത്രം ഘടികാനതോന്നതാംശഗ്രഹാന്തരാദ്യം
ധനുർവ്വേദിഹ(ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം)

ധനുസ്സിന്റെ പകുതിയാണ് തുര്യഗോളകം അഥവാ ഗോള ത്തിന്റെ നാലിലൊന്നുഭാഗം അതിൽ 90ഡിഗ്രിയേ രേഖപ്പെ ടുത്തുന്നുള്ളു.ഘടികകൾ,ഉച്ചഡിഗ്രി,രമ്ട്ടുഗ്രഹങ്ങളുടെ ദൂരമെ ന്നിവ ധനുസ്സ്പോലെത്തന്നെ അളക്കുന്നു. ഈ യന്ത്രം വളരെ പ്രാചീനമാണ്.വൃദ്ധവസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിൽ ഇതിനെ പരാമർശിച്ചിരിക്കുന്നു.



യന്ത്രം ചക്രദലാർദ്ധം ധാതുജമഥവാ സുദാരുജംശ്ലക്ഷ്ണം

പ്രകാരദ്വയയുക്തം തത്രചരന്ധ്രേഭവേടവേധാർത്ഥം

തത്രേശാനഗകേന്ദ്രാദ് വൃത്തംതത്രോന്നതാംശകാനവതിഃ

സ്ഥാപ്യാഃസമാന്തരസ്ഥാഃകേന്ദ്രശസൂത്രാവലംബിതോ

ലംബഃ

വിധ്വാസ്വഗംലംബഗതോന്നതാംശജ്യാത്രിജ്യകാ

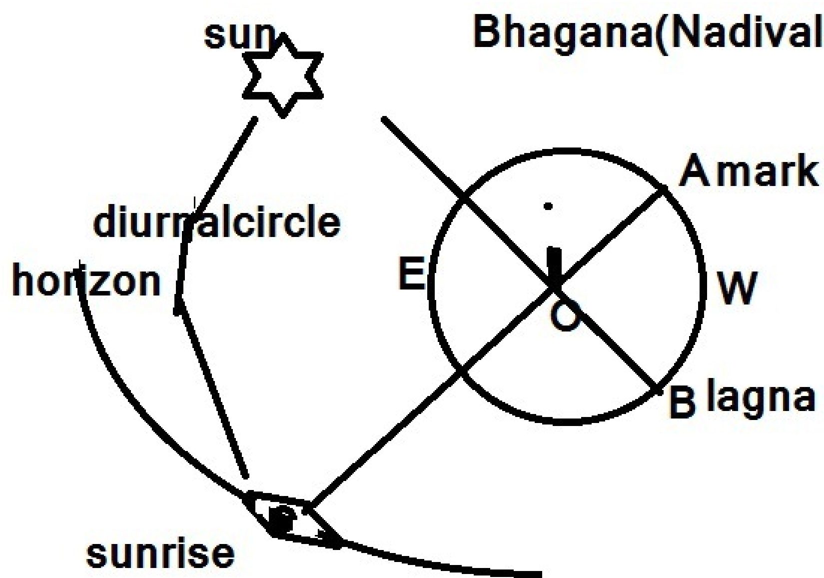
സഹസ്രധ്വനിച വിഭാജിതാ ചഃ

പരോന്നതാംശജ്യാകയാ ആപ്തചാപം
ദിനാർദ്ധനിധനംസ്വനവാനവതിആപ്തനാഡ്യാ
അർദ്ധവൃത്ത്ത്തിന്റെ പകുതിയാണ് ഈ യന്ത്രം.മരമോ ലോഹമോ കൊണ്ടുള്ളതാണ്.രണ്ടുവശമുണ്ട്. രണ്ടുദ്വാരങ്ങളിലൂടെ ഗ്രഹഗോളങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കാം,പ്രകാശം ചാപമദ്ധ്യത്തിലൂടെ കടക്കുന്നു.ഉച്ചത്തെ 90 ഭാഗമാക്കി അങ്കിതമാക്കിയിരിക്കുന്നു.നടുവിൽനിന്ന് ഒരു ലംബമായി ഒരു പെൻഡുലം ചരടുകൊണ്ട് തൂക്കിയിടണം.ഇതിൽനിന്ന് ഉന്നതാംശജ്യാ അറിയാം.അതിനെ 1000 കൊണ്ടുഗുണിച്ച് മദ്ധ്യദിനത്തിലെ ഉച്ചജ്യാകൊണ്ട് ഹരിക്കുക.അതിന്റെ ചാപത്തെ ദിനത്തിന്റെ പകുതികൊണ്ടുഗുണിച്ച് 90 കൊണ്ടുഹരിച്ചതാണ് നാഡി. വൃദ്ധവസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിലെ തുര്യഗോളകം പതിനഞ്ചാംനൂറ്റാണ്ടുമുതലാണ് പരിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടത്.
അതിൽ 30 രേഖകള് ഗ്രാഫിക്ക് ഗണനത്തിനായി ഉണ്ട്.
ഇതിനെ (പരിഷ്ക്കാരത്തെ)എഡി 1400ൽ പത്മനാഭനും ,
1503ൽജ്ഞാനരാജനും ചക്രധരനും വിശദമായി
വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഭഗണം(നാഡീവലയയന്ത്രം)

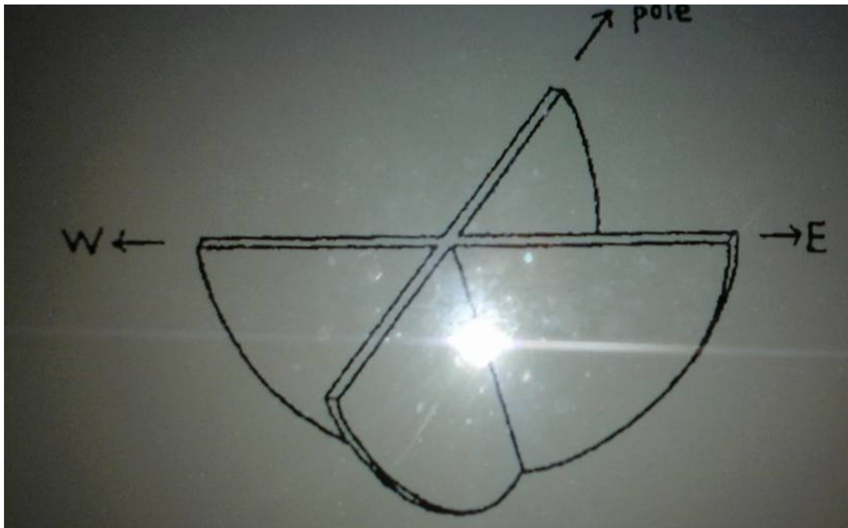
സമമണ്ഡലവൃത്തം,നടുവിലായി സൂചീലംബം ഉള്ള ഇക്വറ്റോറിയൽ സൺഡയലാണ്.(സൂര്യഘടികാരം).ഭഗണയന്ത്രത്തിൽ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഫലകം ,പരിധി അങ്കിതമാക്കിയിട്ടുണ്ട്.രാശികളും ഭാഗങ്ങളും വിപരീതക്രമത്തിലാണ്

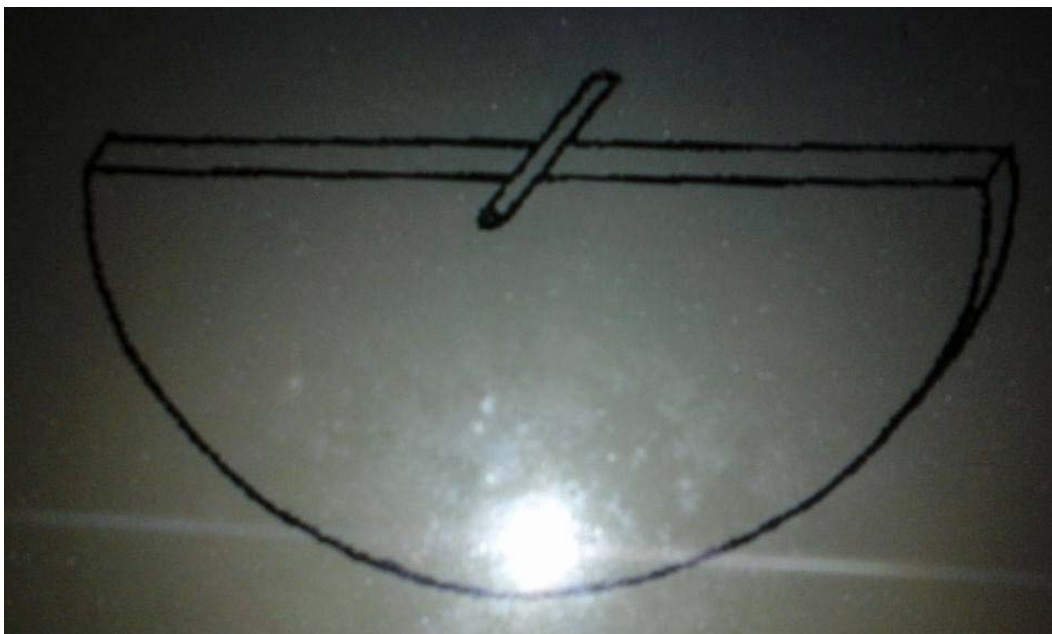
രേഖപ്പെടുത്തുക.ഫലകം (പലക) ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാപ്രതലത്തിൽ വെക്കുന്നു.സൂചി ധ്രുവതാരത്തെ അഭിമുഖീകരിക്കുന്നു. അതിനാൽ സൂര്യോദയത്തിൽഛായ സൂര്യന്റെ രാശിസ്ഥിതി, ഡിഗ്രികളെന്നിവ കാണിക്കുന്നു.ഇഷ്ടസമയത്ത് മാദ്ധ്യന്ദിന ഛായ ലഗ്നത്തെ കാണിക്കുന്നു.സൂര്യോദയശേഷം കഴിഞ്ഞു പോയ സമയം ഇതുകൊണ്ട് ഗണിക്കാം.



AOB angle corresponding to time elapsed since sunrise (signs already ascended).Position of shadow(B)is the sign from horizon,Lagna.Signs are marked in reverse order.

കർത്തരിയന്ത്രം (ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ കർത്തരിയന്ത്രം)





ലല്ല,ശ്രീപതിമാരുടെ കർത്തരിയന്ത്രം

ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം പറയുന്നു:-

കർത്തരിയന്ത്രം സ്ഥൂലം കൃതം യതോ

അന്യൈർവരാഹതതഃ ദിക്സ്ഥിതപാലകദ്വിയുതിസ്ഥലേ

തദഗ്രസ്ഥസൂത്രയോർമദ്ധ്യേ

കീലസ്ഥഛായാഗ്രാത് കർത്തര്യോനാഡികാഃസ്ഥൂലാ
രണ്ടുപലകകളെ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു.പലകകൾ യോജിക്കുന്ന കേന്ദ്രത്തിലാണ് കീലം അഥവാ ശങ്കു കിടക്കുന്നത്. ഛായാഗ്രത്തിൽനിന്ന് സ്ഥൂലനാഡികള് കർത്തരികൊണ്ട് കിട്ടുന്നു.അര്ദ്ധവൃത്താകൃതിയിലുള്ള പലകകളുടെ സംയോഗം ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാബാഗത്ത് വെച്ച് , ചാപം പൂർവ്വപശ്ചിമരേഖാദിശയിലാക്കിയാല് , മറ്റൊരു പലക ചാപം ഉത്തരദക്ഷിണധ്രുവഭാഗത്തേക്കും വെച്ചാല്,രണ്ടാമതു പറഞ്ഞതിന്റെ ചാപം ശങ്കുവാണ്.
ലല്ലന്റെ കർത്തരിഃസമപൂർവ്വാപരമേതത് സ്ഥിരം സ്ഥിതം ഭവതി കർത്തരീയന്ത്രം ജ്യാമദ്ധ്യസ്ഥിതതിര്യഗ് കീലഛായോജ്ഞിതാഘടികാ
ഭ്രമദ്ധ്യപ്രതലത്തിൽ ധനുർയന്ത്രത്തെ സ്ഥിരമായി ഉറപ്പിച്ച് വടക്കോട്ടുതിരിഞ്ഞ സൂചിയെ ചാപമദ്ധ്യത്തിൽ ഉറപ്പിക്കുക.
ലല്ലന് ഇതാണ് കർത്തരി.ഇത് ഇക്വറ്റോറിയൽ സൂര്യഘടികാരമാണ്.ഇതിന്റെ ആകൃതി ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റേതിൽനിന്ന് . വ്യത്യസ്തമാണ് എന്ന് ചിത്രത്തിൽനിന്ന് കാണുക ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റേത് കത്രികയുടെ ആകൃതിതന്നെയാണ്.
ശ്രീപതിഃ
ജ്യാമദ്ധ്യതിര്യഗ്സ്ഥിതകീലമേതത്
പൂർവ്വാപരസ്ഥം സ്ഥിരകർത്തരീസ്യാത്
പ്രത്യഗ്ധനുഃകോടിമുഖാത്ധ്യുനാഡ്യഃ
സമുജ്ഞിതാഃകീലരുചാഭവന്തി
ധനുർയന്ത്രമദ്ധ്യത്തില് (ചാപ)ലംബസൂചി കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറേ ദിശയിലാണ് വെക്കുക.

കപാലയന്ത്രം

ഇത് മൂന്നു വ്യത്യസ്തയന്ത്രങ്ങളായിട്ടാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

1. അര്ദ്ധഗോലാകൃതിയിലുള്ള പാത്രരൂപമായ ക്ലെപ്സിഡ്ര സൂര്യസിദ്ധാന്തത്തിലുള്ളത് ആര്യഭടസിദ്ധാന്തത്തിലുണ്ട്.
2. അര്ദ്ധഗോലാകൃതിയിലുള്ള സൂര്യഘടികാരം (വരാഹമിഹിരന്റെ പഞ്ചസിദ്ധാന്തികയിലും ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിലും)
3. അതിന്റെ ലളിതമായ ഒരു വകഭേദം.ഇതിലൊരു അർദ്ധവൃത്താകൃതിയിലുള്ള തലവും ലംബമായ ശങ്കുവുമുണ്ട്. അർദ്ധഗോലാകൃതിയിലുള്ളസൂര്യഘടികാരമാണ്.(പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക)

ഛേദവദർദ്ധകപാലം സ ചിഹ്നമക്ഷോന്നതം സ ദിക്ചക്രം

സുസമാവനിവിന്യസ്തം കുര്യാദ് വ്യസ്തം സനാഭ്യംഗം

സൂത്രദ്വയസമ്പാതഛായാഭക്താംശകാരവൌദേയാഃസഭവതി ഉദയോരാശിർദിനസ്യനാഡ്യശ്ചതായാതാഃ(പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക) പാത്രത്തിന്റെ ആകൃതിയിലാണ് കപാലം(തലയോട്) സമവൃത്തത്തിന്റെ അർദ്ധവ്യാസത്തെ ഡിഗ്രികളും രാശികളുമായി ഛേദിച്ചിട്ടുണ്ട്(ഛേദ്യം).നിരീക്ഷകന്റെ അക്ഷാംശത്തിലുള്ള സൂര്യോച്ചമാണ് ഇത് രേഖപ്പെടുത്തുന്നത്.രണ്ടുചരടുകൾ (പ്രധാനബിന്ദുക്കളിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന വിധം),അവയുടെ ഛേദ്യബിന്ദുവിലൂടെ ഛായ കടന്നുപോകുന്ന ഡിഗ്രികളെ സൂര്യരേഖാംശത്തോടുകൂട്ടുക.കിട്ടുന്നതാണ് ഉദയലഗ്നം. അക്ഷോന്നതമെന്ന വാക്കിനെ പിൻഗ്രി ഭൌമഅക്ഷാംശത്തിന്റെ ചെരിവുകൊണ്ടുണ്ടായതെന്നു കരുതുന്നു. ഇത് സ്വീകാര്യമല്ല.സൂര്യോദയശേഷമുള്ള സമയവും ലഗ്നത്തിന്റെ ഉദയരേ

ഖാംശവും കിട്ടാൻ അർദ്ധഗോളത്തിന്റെ പരിധി വിലങ്ങനെ ഹൊറിസോണ്ടലായിരിക്കണം.



ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം

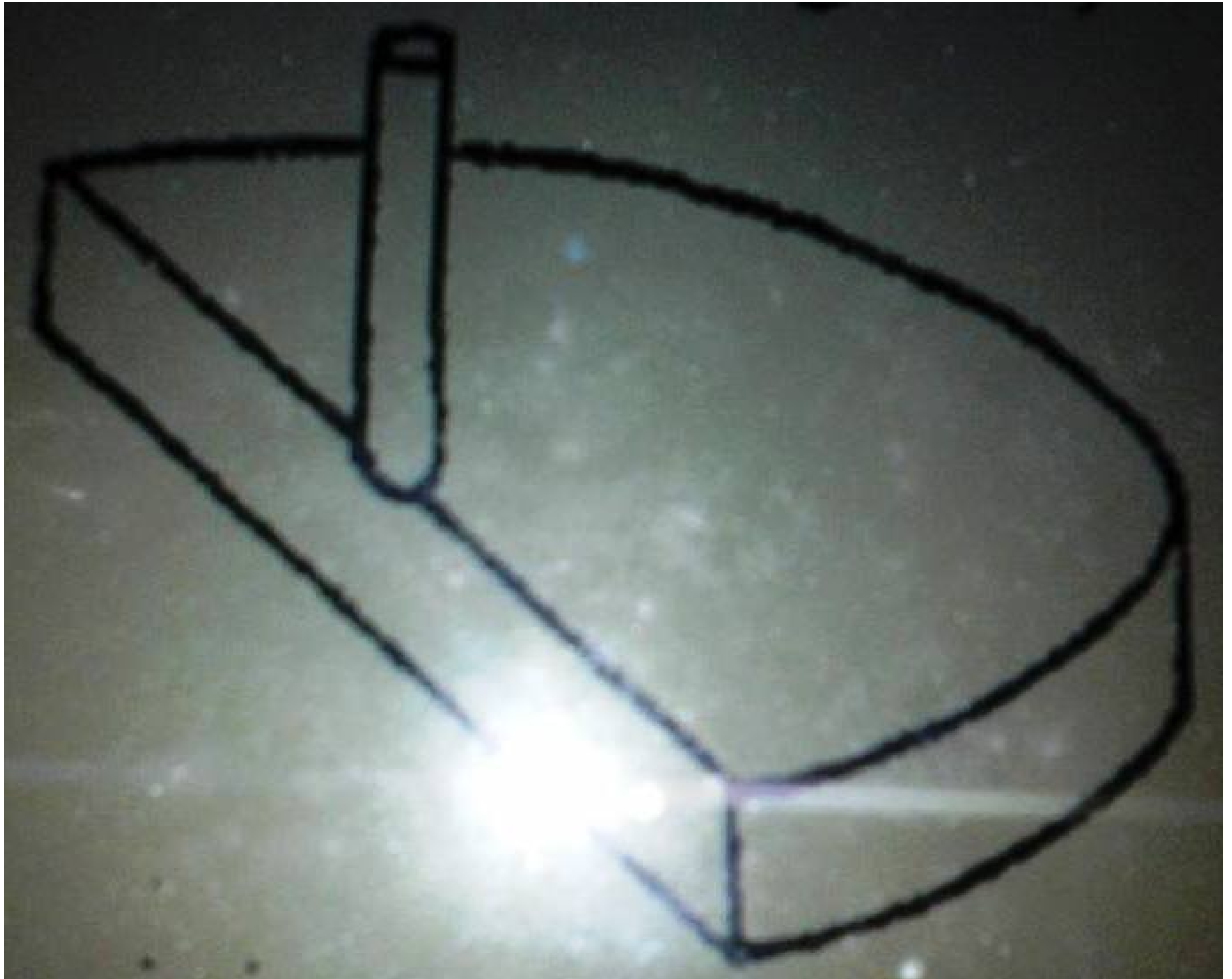
മദ്ധ്യാദ്ധ്യസ്വനതാംശൌഃകപാലകം ദിക്സ്ഥസൂത്രമദ്ധ്യാഗ്രാത്

വ്യസ്തോന്നതാംശവിവരേസൂത്രൈക്യാപാതതോനാഡ്യാഃ

അഥവാ കല്പകേനാഡികാദിസർവ്വംയഥാധനുഷ്യുക്തം

കപാലത്തിന്റെ കേന്ദ്രം മുതൽ ഉച്ചദൂരം രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. ചരടിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ,അവയുടെ പരസ്പരഛേദബിന്ദുക്കൾ വിപരീതഉയരം, നാഡികളടക്കം എല്ലാം ധനുസ്സുപോലെ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കും. അതിനാലിതും ഒരു അർദ്ധഗോളാകൃതിയിലുള്ള സൂര്യഘടികാര

മാണ്.(വരാഹമിഹിരന്റെ കപാലയന്ത്രം പോലെത്തന്നെ)



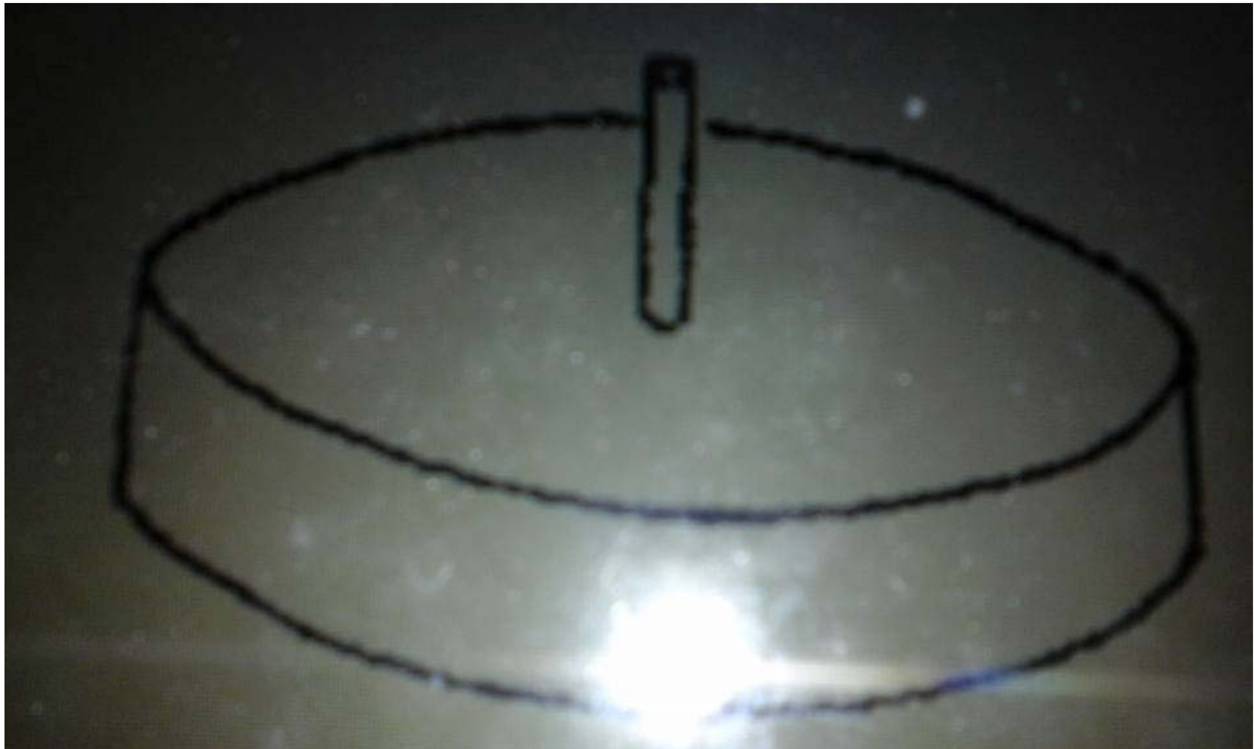
ലല്ല,ശ്രീപതിമാരുടെ ലളിതമായ വകഭേദം കർത്തരിതന്നെ യാണ്, അതിന്റെ ഘടികാരപ്രതലം വിലങ്ങനെ ഹൊറിസോണ്ട ലായി സമതലത്തില് ഉറപ്പിച്ചാൽ,സൂചി ലംബമാക്കിയാൽ കപാല കയന്ത്രമായി.

ഇദംഭവേദ്ഭർസർവ്വശാലാകമുര്മ്യാം

സ്ഥിതം കപാലം ധൃതിദിക് ച ചാപം(ശ്രീപതി)

കർത്തരിയന്ത്രം ഭൂമിയില് സ്ഥാപിച്ച് സൂചിലംബമായി ഊർദ്ധ്വ മായി ,അർദ്ധവൃത്തം ഛായയുടെ ദിശയിലായാല് കപാലമാണ്. ഇത് അഴിമുത്ത് ലഭിക്കാൻമാത്രം ഉപയോഗിക്കുന്നു. (ലല്ല,ശ്രീപ തിമാരുടെ)അതുകൊണ്ട് കപാലമെന്നത് തെറ്റായ നാമമാണ്. ലല്ലന്റേയും ശ്രീപതിയുടേയും ലളിതവത്കരണം വളരെ അധിക മായിപ്പോയി.

പീഠയന്ത്രം



ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം പറയുന്നു:

ദ്വഷ്ട്യൗച്യം സമപീഠം യഷ്ടിവ്യാസാർദ്ധമന്തികം പരിധൌ

ദിഗ്ഭഗണംശൈർമൂർദ്ധവ്യഗ്രാഘടികാദിഭിശ്ചാങ്കൃം

നിരീക്ഷകന്റെ കണ്ണിനു സമമായ ഉയരത്തിൽ ഒരു പീഠം ഉണ്ടാക്കണം. അതിന്റെ അർദ്ധവ്യാസമാണ് യഷ്ടിയുടെ ഉയരം .പരിധിഭാഗത്ത് പൂർവ്വാപരബിന്ദുക്കളും ഡിഗ്രികളും രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കണം.പ്രതലത്തിൽ അഗ്രവും ഘടികയും രേഖപ്പെടുത്തിയിരുക്കും.വൃത്തം ദൃഷ്ടിയുടെ ഉയരത്തിലാണ്.ലല്ലൻപരിധിയില് ദിശ രേഖപ്പെടുത്തി ,ഭൂമിയിൽ അക്ഷം ലംബമായി സ്ഥാപിച്ച ചക്രയന്ത്രമാണ് പീഠയന്ത്രം എന്നു പറയുന്നു.

ശ്രീപതിഃസംസാധിതാംശം ഖലുചക്രയന്ത്രം

പീഠം ഭവത്യൂർദ്ധ്വശലാകമേവ

മദ്ധ്യസ്ഥകീലപ്രഭയാവിമുക്താ

പ്രത്യഗ്ഗതാസ്താഘടികാനിരുക്താഃ

പീഠേത്തുസൂര്യോദയബിംബവേധാ-

ദഭുക്താംശജീവാസ്സ്ഫുടമഗ്രകാസ്യാത്

യാ യന്ത്രസിദ്ധാധ്യുഗതാസ്തുനാഡ്യ-

സ്താഃസ്വധ്യുമാനേന ഹതാവിഭക്താ

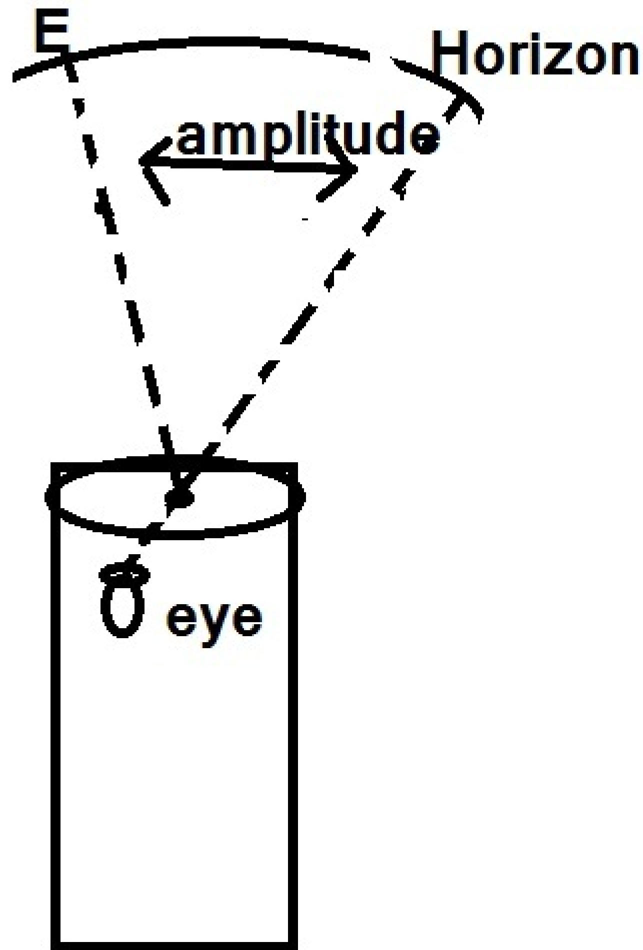
നഭോഗണൈഃ30സ്പഷ്ടതരാഭവന്തി

നാഡ്യോ അന്യഥാ സ്ഥൂലതരാനിരുക്താ

ഹൊറിസോണ്ടലായി സ്ഥാപിച്ചതും നടുവില് ലംബമായി സൂചിയുള്ളതും പ്രധാനബിന്ദുക്കളെ രേഖപ്പോടുത്തിയതുമായ ചക്രയന്ത്രം

തന്നെയാണ് പീഠം.വൃത്തപരിധിയുടെ പടിഞ്ഞാറ് ഉണ്ടായ ഛായയുടെ (സൂചിയുടെ) ചാപത്തില്നിന്നു ഘടിക കിഴിക്കുക. നിരീക്ഷണത്തിൽനിന്ന് ഉദയസൂര്യന്റെ ജ്യാവും കിഴക്കേ പ്രധാനബിന്ദുവും ലഭിക്കുന്നു. സൂര്യന് സൂര്യോദയവേളയിൽപീഠത്തിലാണ് വീഴുക.സ്പഷ്ടമായ സമയം കാണുന്നതിന്ന്, നിരീക്ഷിച്ച സമയത്തെ ദിനദൈർഘ്യം കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് 30 കൊണ്ട് ഹരിക്കണം.

സ്ഥലിഃ-പീഠയന്ത്രം തന്നെയാണ്സ്ഥലി.



വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഒരു വേദി(പ്ലാറ്റ്ഫോം)നിരീക്ഷകന്റെ കഴ
ത്തിനുസമം ഉയരത്തിലുണ്ടാക്കുന്നു.പരിധിമേൽ രാശി,ഡിഗ്രി,
പ്രധാനദിശാബിന്ദുക്കളെന്നിവ രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. പടിഞ്ഞാറു
വശത്ത് പോയിനിന്ന് ഉടയസൂര്യനെ സൂര്യൻ വൃത്തപരിധിമേ
ൽനില്ക്കുമാറ് നിരീക്ഷിക്കുന്നു.സൂര്യകിരണങ്ങള് വൃത്തകേന്ദ്രത്തി

ലൂടെ (വേദിയുടെ) കടന്നുപോകണം.ഉദയബിന്ദുവിനും സൂര്യൻനി ല്ക്കുന്ന ബിന്ദുവിനും ഇടയിലുള്ള പരിധിയുടെ ചാപം കിട്ടുന്നു. ഇതാ ണ് സൂര്യന്റെ ചാപം.ആര്യഭട്ടന്റെ ചക്രവും ധനുസ്സും മറ്റ് ഉപകര ണങ്ങളിൽനിന്ന് ചിലകാര്യങ്ങളില് വ്യത്യസ്തമാണ്. ബ്രഹ്മഗുപ്തന് വളരെ പുരാതനമായ ഉപകരണങ്ങളും പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. വരാഹമി ഹിരന്റെ കപാലം ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ കപാലം എന്നിവ വളരെ പുരാത നമായ ഉപകരണങ്ങളാണ്.ലല്ലനും ശ്രീപതിയും അവയെ ലളിത വത്ക്കരിച്ച് രൂപം മാറ്റുന്നതുവരെ.ഭാസ്കരൻരണ്ടാമന് പഴയ പല ഉപകരണങ്ങളേയും വീണ്ടും ഉപയോഗിച്ചു. കർത്തരി,കപാലം മുതലായവ. വൃദ്ധവസിഷ്ഠസിദ്ധാന്തത്തിലെ തുര്യഗോളകയന്ത്രം അഥവാ ക്വാഡ്രന്റ് വളരെ പഴയതാണ്.ലംബശങ്കുവിന്റെ കൂടെ വിലങ്ങനെയുള്ള ശങ്കുവും ഉപയോഗിക്കുന്ന പതിവ് ഇന്ത്യയിലു ണ്ടായിരുന്നു. വൃത്താകൃതിയിലും ഗോളാകൃതിയിലുമുള്ള ഉപകര ണങ്ങളെ മൂന്നുഗ്രൂപ്പുകളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.ഭൂമിക്ക് ലംബം,ഭൂമിക്ക് വിലങ്ങനെ, ഭൂമിക്ക് നേരേ മദ്ധ്യസ്ഥിതം.സ്ഫുടസമയം ഇക്വിനോ ക്റ്റൽ വൃത്തം(ഗോളം),തരുന്നു. സൂര്യോച്ചം അഴിമുത്ത് എന്നിവ ലംബവും വിലങ്ങനെയുള്ളതുമായ ഗോളയന്ത്രവും തരുന്നു.

കാഷ്ഠമയം സമവൃത്തം സമന്തതഃസമഗുരും ലഘുംഗോളം

പാരദതൈലജലൈസ്തംഭ്രമയേത് സ്വധിയാച കാലസമം
(ആര്യഭട്ടൻ)

ഗോളയന്ത്രം celestialglobe (armillary sphere)



ആര്യഭട്ടനും വരാഹമിഹിരനും ഗോളയന്ത്രത്തെ വിവരിക്കുന്നുണ്ട്. രസം,തൈലം,ജലം എന്നിവയാലാണ് ഗോളയന്ത്രം ഭ്രമണം ചെയ്യിച്ചിരുന്നത് .ബ്രഹ്മഗുപ്തനും ലല്ലനും ശ്രീപതിയും ഭാസ്കരാചാര്യരും ഗോളയന്ത്രം വിവരിക്കുന്നുണ്ട്.1443ൽ പരമേശ്വരനും ദൃഗ്ഗണിതനിരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി ആര്യഭട്ടന്റെ ഗോളയന്ത്രം ഉപ

യോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്.മരംകൊണ്ട് സമമണ്ഡലവൃത്തമായിട്ട് ഉണ്ടാക്കിയ കനം കുറഞ്ഞ ഗോളയന്ത്രം കാലത്തിനൊപ്പം ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കണം.രസം,തൈലം,ജലം എന്നിവയോടൊപ്പം സ്വന്തം ധീ അഥവാ ബുദ്ധിയും ഉപയോഗിച്ച് ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കണം. സോമശേഖരന്റെ ഭാഷ്യത്തിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കാനായി ഒരറ്റം ഗോളത്തിന്റെ മേൽഘടിപ്പിച്ച ആണിയോടും മറ്റേ അറ്റം രസം നിറച്ച ചുരക്കയോടും ഘടിപ്പിച്ച ചരടുപയോഗിക്കുന്നു.ചുരക്ക ജലം നിറച്ച പാത്രത്തിലാണ് പൊന്തിക്കിടക്കുന്നത്. പാത്രത്തിന്റെ അടിഭാഗത്ത് ദ്വാരമുണ്ട്.ജലം അതിലൂടെ പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുമ്പോൾ ചരടിനെ വലിക്കുന്നു,അങ്ങനെ ഗോളത്തെ ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കുന്നു. രസം നിറക്കുന്നത് ചുരക്കയുടെ ഭാരം കൃത്യമാക്കി അതിനെ ഫ്ലോട്ടുചെയ്യിക്കുന്നതിനും കൃത്യമായ മർദ്ദം കൊണ്ട് ഭ്രമണം സംഭവിപ്പിക്കാനുമാണ്.

പഞ്ചസിദ്ധാന്തികഃ-

സമവൃത്തപൃഷ്ഠമാനം സൂക്ഷ്മം ഗോലം പ്രസാദ്ധ്യദാരുമയം
(ധാതുമയം)
സ്ഥഗിതാർക്കസമാങ്കിതകാലഭോഗരേഖാദ്വയേപരിധൌ

യാമ്യോദഗ്രേഖായാജ്ഞഫാജസന്ധ്യഭയതോ
തോന്യസേദ്വേധാത്
അയനാംശകാംഗതുല്യാകസ്ഥിര്യഗാവേധപ്രകാശകരാൻ

അക്ഷോത്ക്ഷിപ്തസ്യോദകം തിര്യഗ്വേധപ്രകാരാഹരിജസ്ഥാഃയാ നാഡ്യസ്ഥാ യാതാഃഷഡംശകസമന്വിതാമദ്ധ്യേ

മരമോ ലോഹമോ കൊണ്ട് ആണിവിടെ ഗോളനിർമ്മിതി. രണ്ടു വൃത്തം(കാലരേഖാസമന്വിതം)ഭോഗരേഖയോടെ ,സൂര്യസ്ഥാനവും (രണ്ടു സമരാത്രദിനത്തിൽ)പരിധിയില് രേഖപ്പെടുത്തി നിർമ്മിക്കുന്നു.സൂര്യരേഖാംശം നിരീക്ഷിച്ച് സൂര്യന്റെ സ്ഥാനം കാണുന്നു.സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ (രശ്മികളുടെ)ചെരിവ് നോക്കിവേണം അങ്കിതമാക്കുന്നത്.ഗോളത്തിന്റെ അക്ഷത്തെ താൻനില്ക്കുന്ന അക്ഷാംശഡിഗ്രിവരെ വടക്കോട്ട് ഉയർത്തുക.സൂര്യസ്ഥാനവും സമയവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സൂര്യന്റെ ചെരിവുകൊണ്ട് വിശദമാക്കുന്നു.ഗോളബന്ധം ചെയ്തിട്ടാണ് ഗോളയന്ത്രത്തിലൂടെ നിരീക്ഷണം ചെയ്യുന്നത്.

ഗോളബന്ധം

ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം-പ്രാച്യപരം സമമണ്ഡലമന്യധ്യാമ്യോത്രം ക്ഷിതിജമന്യത് പരികരവത് തന്മദ്ധ്യേ ഭൂഗോലസത് സ്ഥിതദ്രഷ്ടുഃ

കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറുദിശയിലാണ് സമമണ്ഡലവൃത്തം (പ്രൈം വെർട്ടിക്കൽ). യാമ്യോത്തരവൃത്തം (മെറിഡിയൻ) ക്ഷിതിജം (ചക്രവാളം) എന്ന് രണ്ടുവൃത്തങ്ങളും കൂടിയുണ്ട്.ഇവ ഭൂമിയുടെ ചുറ്റും ആവരണംപോലെ ഇരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ നടുവിലാണ് ഭൂഗോളം.അതിന്മേലാണ് ദ്രഷ്ടാവ് (നിരീക്ഷകൻ)നില്ക്കുന്നത്.

ഇതാണ് ഇന്ത്യക്കാരുടെ ഭൂകേന്ദ്രസ്ഥിതി. അതായത് ഗോള യന്ത്രത്തിന്റെ ഘടന കൃത്യമായി അറിഞ്ഞ്, ഭൂമിയുടെ സ്ഥാനം അറിഞ്ഞാണ് ഭൂമിയിലെ നിരീക്ഷകന്റെ ഭൂകേന്ദ്രസ്ഥിതി പറയുന്നത്..

പൂർവ്വാപരയോർലഗ്നം യാമ്യോത്തരയോ ഉന്നതോന്നതം ക്ഷിതിജാത് സ്വാക്ഷാംശൈരുന്മണ്ഡല മഹര്നിശോർഹാനി വൃദ്ധികരം

ഉന്മണ്ഡലം എന്നത് ആറുമണിവൃത്തമാണ്.അതിന് ചക്രവാളവുമായി കിഴക്കും പടിഞ്ഞാറുമായി രണ്ട് ഛേദബിന്ദുക്കളുണ്ട്. നിരീക്ഷകന്റെ അക്ഷാംശത്തിന്റെ ഡിഗ്രികളോളം അത് ഉത്തരദക്ഷിണചക്രവാളത്തിൽനിന്ന് ചെരിഞ്ഞിരിക്കും.
വിഷുവന്മണ്ഡലമൂർദ്ധ്വംസമമണ്ഡലതഃസ്ഥിതംസ്വകാക്ഷാംശൈഃ യാമ്യേനോത്തരതോഅധഃക്ഷിതിജേപ്രാച്യപരയോർലഗ്നം

വിഷുവന്മണ്ഡലം(ഇക്വേറ്റർ)തെക്കോട്ട് അഗ്രം ചെരിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.നിരീക്ഷകന്റെ അക്ഷാംശത്തിന്റെ ചെരിവ് എത്ര ഡിഗ്രിയോ അത്രയുമാണ് ഇതിന്റെ ചെരിവ്.അപമണ്ഡലത്തിന് (എക്ലിപ്റ്റിക്ക്) ഭൂമദ്ധ്യവുമായി രണ്ടുസ്ഥലത്ത് ഛേദമുണ്ട്. മേഷം,തുലാം എന്നിവയുടെ ആദ്യബിന്ദുക്കളിലാണത്.കർക്കിടകം,മകരം എന്നിവയുടെ ആദ്യബിന്ദുക്കളിൽ ഭൂമദ്ധ്യത്തിന് 24 ഡിഗ്രി (തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും)ചെരിവുണ്ട്.പാതങ്ങളും (നോഡുകൾ അഥവാ രാഹുകേതു)ചന്ദ്രാദികളായ 5 ഗ്രഹങ്ങളും ഭൂഛായയും

സൂര്യനെ കർണ്ണദിശയില് അവിടെ (അപമണ്ഡലം) ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു.അഞ്ചുഗ്രഹങ്ങളുടെ മണ്ഡലവും (ഓർബിറ്റ്) സ്വവിക്ഷേപ(സ്വന്തം ചെരിവ്)മനുസരിച്ച് ചെരിവുള്ളതാണ്. ചന്ദ്രകുജഗുരുശനിശുക്രബുധന്മാർ അവരവരുടെ ശീഘ്രമനുസരിച്ച് ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു.ബുധശുക്രന്മാർക്ക് അവരുടെ പ്രത്യേകശീഘ്രോച്ചമുണ്ട്.അതുകൊണ്ട് മറ്റു ഗ്രഹങ്ങളെപ്പോലെ(ചന്ദ്ര,കുജ,ഗുരു,ശനി ഇവയുടെ വിമണ്ഡലം അവരുടെ ഡിഫറന്റ് തന്നെയാണ്) അവരുടെ വിമണ്ഡലം കക്ഷ്യയല്ല.വ്യത്യസ്തമാണ്. ഇതെല്ലാം ഇന്ത്യയിലെ പുരാതനജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രകാരന്മാർ അറിഞ്ഞത് നന്നായി നിരീക്ഷിച്ചിട്ടുതന്നെയാണ്.

ദൃഗ്മണ്ഡലാർദ്ധമൂർദ്ധ്വം യത്തത് പരിധിസ്ഥിതം ഗ്രഹം
പശ്യതിയതഃക്ഷിതിസ്ഥസ്തദ് ഭ്രമതി തതോഗ്രഹാഭിമുഖം

ദൃഗ്മണ്ഡലത്തിന്റെ ഒരു പകുതി(ചക്രവാളോപരി) ഗ്രഹത്തെ അഭിമുഖീകരിക്കുംവിധം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു.ദ്രഷ്ടാവ് ഭൂമിയിൽനിന്ന് അതിന്റെ പരിധിമേൽനിന്നുകൊണ്ടാണ് ഗ്രഹത്തെ നോക്കുന്നത്.ദൃഗ്മണ്ഡലത്തെയാണ് ഉച്ചം(സെനിത്ത്),ഗ്രഹം എന്നിവയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന വലിയ വൃത്തം അഥവാ ഗ്രേറ്റ് സർക്കിൾ(great circle)

ക്ഷിതിജാപമണ്ഡലയുതിർലഗ്നം ലഗ്നാശ്രയാദിശാലഗ്നം

ദൃക് ക്ഷേപമണ്ഡലം ദക്ഷിണോത്തരം വിത്രിഭവിലഗ്നേ ദൃക്ക്ഷേപമണ്ഡലത്തിന്റെ ലഗ്നം (ചക്രവാളവുമായുള്ള ഛേദ്യബിന്ദു) ഉത്തരഭാഗത്തുനിന്നോ ദക്ഷിണഭാഗത്തുനിന്നോ അതേ ദിശ

യിലേക്ക് ,അതേ അളവിൽ ലഗ്നത്തിന്റെ അതേ ദിശ,അളവ്) മാറുന്നു.എക്ലിപ് റ്റിക് ബിന്ദുവിനെയാണ് വിത്രിഭ(വിലഗ്ന)എന്നു പറയുന്നത്.ദൃക് ക്ഷേപമണ്ഡലമെന്ന ഗ്രേറ്റ് സർക്കിള് എക്ലിപ്റ്റിക്കിന്റെ ധ്രുവത്തിലൂടെയും സെനിത്തിലൂടെയും ഛേദിക്കുന്നു. എക്ലിപ്റ്റിക്കിന്റെ ദൃശ്യമാവുന്ന പകുതിയുടെ മദ്ധ്യബിന്ദുവിലൂടെയാണ് അത് ഛേദിക്കുന്നത്.(വിത്രിഭലഗ്നം)

വിഷുവദ്ദൃഗ് ബധ്നീയാത് ക്രാന്ത്യംശസമാന്തരേഷ്വജാദീനാം
വൃത്തത്രിതയാവ്യസ്തം കർക്ക്യാദീനാം തുലാദീനാം
വിഷുവദ്ദക്ഷിണതോ അന്യന്മകരാദീനാം തദേവവിപരീതം
സ്വാഹോരാത്രാണ്യേഷാം വ്യാസാഃപൃഥഗേവമിഷ്ടമപി

മേടത്തിൽനിന്ന് ആരംഭിക്കുന്ന മൂന്നുദിനരാത്രവൃത്തങ്ങള് (ഭൂമദ്ധ്യത്തിൽനിന്ന് വടക്കോട്ട്) അവയുടെ ചെരിവിന്റെ ദൂരത്തിൽ ബന്ധിക്കുക. 3 ദിനരാത്രവൃത്തം കർക്കിടകത്തിൽനിന്ന്, (വിപരീതദിശയിൽ വടക്കുനിന്ന് ഭൂമദ്ധ്യത്തിലേക്ക്)3 എണ്ണം തുലാത്തിൽനിന്ന് തെക്കോട്ട് ,അതിനുവിപരീതമായി 3 എണ്ണം മകരത്തിൽനിന്ന് .അവരവരുടെ ദിനരാത്രവൃത്തങ്ങൾ(സ്വാഹോരാത്)അവയുടെ വ്യാസം എന്നിവ ഇവ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.ഇപ്രകാരം ഇഷ്ടനക്ഷത്രത്തിന്റെ ദിനരാത്രവൃത്തവും ഉണ്ടാക്കാം.

ലങ്കാസമപശ്ചിമഗം പ്രാണേന കലാം ഭ്രമണ്ഡലം ഭ്രമതി
അപമണ്ഡലസ്യരാശിദ്വാദശഭാഗഃക്ഷിതിജലഗ്നാഃ

യാന്ത്യുദയംമേഷാദ്യായതസ്തദ്ദുദയാ ന കാലസമാഃ
ക്രാന്തിവശാല്ലങ്കായാം തദൂനതാധികൃമക്ഷവശാത്

ഭാമണ്ഡലത്തിന്റെ(നക്ഷത്രമണ്ഡലം) ദിനരാത്രവൃത്തം വല ത്തോട്ട് പടിഞ്ഞാട്ട് ലങ്കയിൽ(ഭ്രമദ്ധ്യരേഖ) ചാപത്തിന്റെ 1 മിനുട്ട് (ഒരുപ്രാണത്തിൽ (4 സെക്കന്റ്) എന്ന വേഗതയിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു.ഒരുരാശി എക്ലിപ്റ്റിക്കിന്റെ പകുതിയാണ്. മേഷത്തി ൽനിന്നുതുടങ്ങി ലഗ്നം ഉദി്ച്ചുയരുന്നു.ഉയരുന്നത് ലങ്കയിൽപോ ലും സമമല്ല. അതിന്റെ ഡെക്ലിനേഷൻകാരണം. ഭ്രമദ്ധ്യത്തി ൽനിന്ന് അക്ഷാംശം ഉയരുംതോറും അത് മാറിവരും. നിരീ ക്ഷകന്റെ അക്ഷാംശമനുസരിച്ച് അത് കൂടുകയോ കുറയുകയോ ചെയ്യും.

ക്ഷിതിജോമണ്ഡലയോര്യത സ്വാഹോരാത്രാന്തരംചരദലംതത്
ക്ഷിതിജേ അഗ്രാപ്രാച്യപരസ്വാഹോരാത്രാന്തരാംശജ്യാ

സൂര്യദിനരാത്രവൃത്തത്തിന്റെ ചാപം , സൂര്യന്റെ ചരദല(അസെ ൻഷന്റെ വ്യത്യാസം) ത്തോട്ടുബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു .ദൃഗ്മണ്ഡലത്തി ന്മേൽ നതാംശജ്യായാണ് (R sine of zenith distance) ആണ് ദൃഗ്ജ്യാ.ഉന്നതാംശജ്യാ (Rsine of altitude) ശങ്കു. സൂര്യോദയാസ്ത മയരേഖയുടെ തെക്കുഭാഗത്ത് ദിനത്തിന്റെ ശങ്കുതലം. (ശങ്കുവി ന്റെ കീഴ്ഭാഗത്തുനിന്ന് സൂര്യോദയാസ്തമയ ബിന്ദുവരെയുള്ള ദൂരം).

ദൃശ്യാദൃശ്യാദൃഗ്ഗോലാർദ്ധം ഭൂവ്യാസദലവിഹീനയുതം
ദ്രഷ്ടാഭൂഗോലോപരിയതസ്തതോലംബനാവനതി
ദൃശ്യവും അദൃശ്യവുമായ ഗോളാർദ്ധങ്ങള് വലുതും ദൃഗ്ഗോളത്തിന്റെ പകുതിയേക്കാളും ചെറുതും(വ്യാസദലം കൂടിയതും കുറഞ്ഞതും) ആണ്. (.ഭൂമിയുടെ അര്ദ്ധവ്യാസത്തേക്കാൾ) ദ്രഷ്ടാവ് നിൽക്കുന്നത് ഭൂമിയിലാണ്. അതുകൊണ്ട് ലംബനം(parallax in celestial longitude)അവനതി എന്നിവ സംഭവിക്കുന്നു. (parallax in celestial latitude) ഇവക്കാണ് സ്ഫുടം വേണ്ടിവരുന്നത്.

ക്ഷിതിജേഭൂതലലിപ്താഃകർമ്മായാംദൃങ്നതിർനഭോമദ്ധ്യാത്
അവനതിലിപ്തായാമ്യോത്തരാ രവിഗ്രഹവദന്യത്ര

ചക്രവാളത്തിലാണ് നതി മാക്സിമമാവുന്നത്.ദൃഗ്നതി പാരലാക്സ് കണക്കാക്കാനുള്ളതാണ്. ഗ്രഹണം വിശദീകരിക്കുമ്പോളാണ് പാരലാക്സിനെ വിശദമാക്കിയിട്ടുള്ളത്.

സത്രിഗൃഹക്രാന്തിരുദഗ്ദക്ഷിണയോസ്ത്രിജ്യയാഹൃതംവലനം

വിക്ഷേപഗുണമൃണധനം ഗൃഹേഅന്യദൃക്കർമ്മചരദലവത്

അയനവലനമാണ് ഇംഗ്ലീഷിലെ ഡെക്ലിനേഷന്,അതിന്റെ R sine X സൂര്യാക്ഷാംശത്തിന്റെ Rsine എന്നതിനെ അർദ്ധവ്യാസം കൊണ്ടുഹരിക്കണം. അതാണ് അയനത്തിന്റെ Rsine അഥവാ ദൃക്കർമ്മം.ഇത് ധനമോ ഋണമോ ആകാം. അയന ദൃക്കർമ്മം കൂടാതെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞാനം സാദ്ധ്യമല്ല. ഓരോരോ ഗോളത്തിനും ഗ്രഹത്തിനും അതാതിന്റെ സ്ഥിരമായ

കക്ഷ്യകളും ചലനഗതിനിയമങ്ങളും കാലങ്ങളുമുണ്ട്.കക്ഷാമണ്ഡലങ്ങളിൽ ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് അവരവരുടെ മന്ദോച്ചാദികളായ 51 ചലവൃത്തങ്ങളുണ്ട്.

മന്ദോച്ചാന്തം സപ്തോച്ചനീചവൃത്താനിപഞ്ചശീഘ്ര്യാണാം

പ്രതിമണ്ഡലാനിച്ചൈവം പ്രത്യേകം ഭാസ്കരാദീനാം

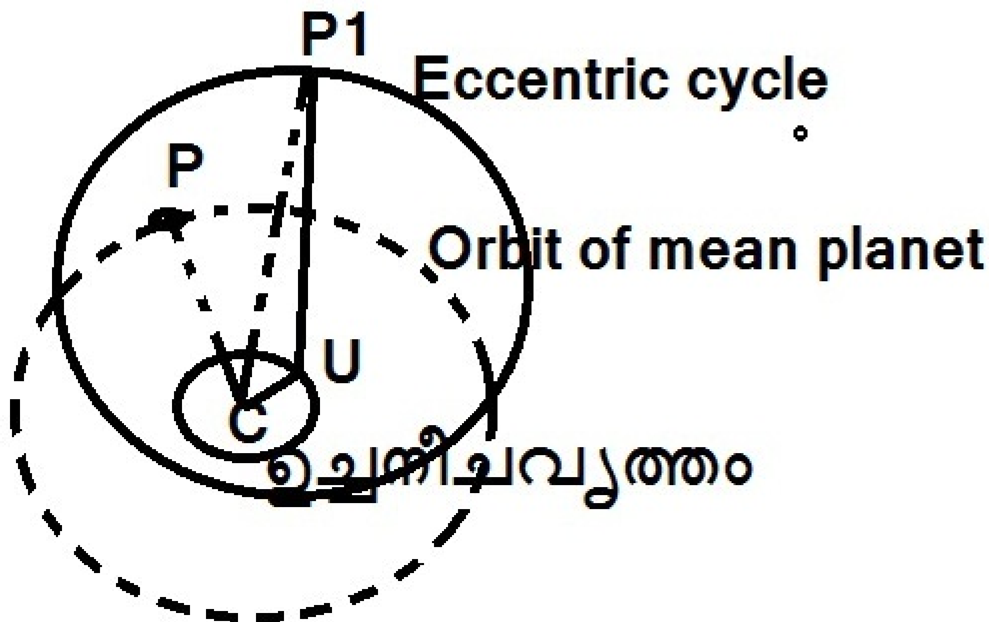
ദൃശമണ്ഡലവി(ദൃക്)ക്ഷേപാപമണ്ഡലാനി ക്ഷപാകരാദീനാം

ഷഡ്കം വിമണ്ഡലാനാം ചലവൃത്താന്യേകപഞ്ചാശദ്

ചലവൃത്തം	സംഖ്യ	സൂര്യ,ചന്ദ്ര,പഞ്ചഗ്രഹ
മന്ദം(എപ്പിസൈക്കിൾ)	7	സൂ,ച,5 ഗ്രഹം
ശീഘ്ര്യം(എക്സ ന്റ്ട്രിക്ക്)	5	5 പഞ്ചഗ്രഹം
മന്ദം(എപ്പിസൈക്കിൾ)	7	സൂ,ച,5 ഗ്രഹം
ശീഘ്ര്യം(എക്സ ന്റ്ട്രിക്ക്)	5	5 പഞ്ചഗ്രഹം
ദൃശമണ്ഡലം	7	സൂ,ച,5 ഗ്രഹം
ദൃക് ക്ഷേപമണ്ഡലം	7	സൂ,ച,5 ഗ്രഹം
അപമണ്ഡലം	7	സൂ,ച,5 ഗ്രഹം
വിമണ്ഡലം	6	ച,5 ഗ്രഹം
ആകെ	51	

ഇന്ത്യയിലെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തത്തിൽ ഗ്രഹമദ്ധ്യം കണ്ട് അതിന്ന് 2 പ്രാവശ്യം സ്ഫുടം കാണുന്നുണ്ട്.(ഗ്രഹമദ്ധ്യം – mean) മന്ദകർമ്മം കേന്ദ്രത്തിലുള്ള സ്ഫുടകർമ്മമാണ്.ശീഘ്ര്യകർമ്മം പുറംഭാഗത്തുള്ള ഗ്രഹങ്ങളുടെ പാരലാക്സ് സ്ഫുടമാണ്.മറ്റു ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഭ്രമണം മന്ദം,ശീഘ്ര്യം (എപ്പിസൈക്കിൾമോഡൽ, എക്സ

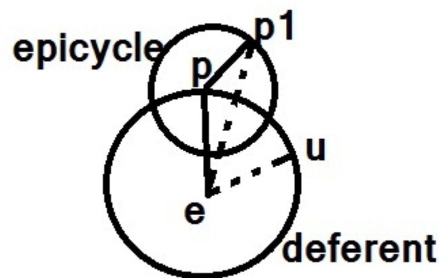
ന്റ് ട്രിക്ക് മോഡൽ) എന്ന് രണ്ടു മോഡലുകളെക്കൊണ്ട് വിശദീകരിക്കുന്നുണ്ട്.ആദ്യം ഗ്രഹമദ്ധ്യം കാണുന്നു.പിന്നെ മന്ദസ്പടഗ്രഹം കൊണ്ട് ഗ്രഹമദ്ധ്യത്തെ കേന്ദ്രത്തിലുള്ള സ്ഫുടം ചെയ്യുന്നു. പിന്നീട്, മന്ദസ്ഫുടഗ്രഹത്തെ ശീഘ്രകർമ്മം കൊണ്ട് വീണ്ടും സ്ഫുടം ചെയ്യുന്നു.ഇപ്രകാരമാണ് സ്ഫുടം കാണുന്നത്. മന്ദശീഘ്രസ്ഫുടങ്ങൾക്ക് രണ്ടിനും ശീഘ്രമോഡൽ(എക്സന്റ് ട്രിക്ക്) ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.



U ഉച്ചം, P സ്ഫുടം ചെയ്യാത്ത ഗ്രഹസ്ഥാനം P1 സ്ഫുടം ചെയ്ത സ്ഥാനം. P ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നത് കക്ഷ്യാവൃത്തത്തിനു(ഡിഫറന്റ്) ചുറ്റമാണ്.കേന്ദ്രമായ ഭൂമിയ്ക്കുചുറ്റുമാണ് ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഗ്രഹങ്ങളെ ഭൂമിയിലിരിക്കുന്ന നിരീക്ഷകൻ നിരീക്ഷിക്കുന്നത്. P1

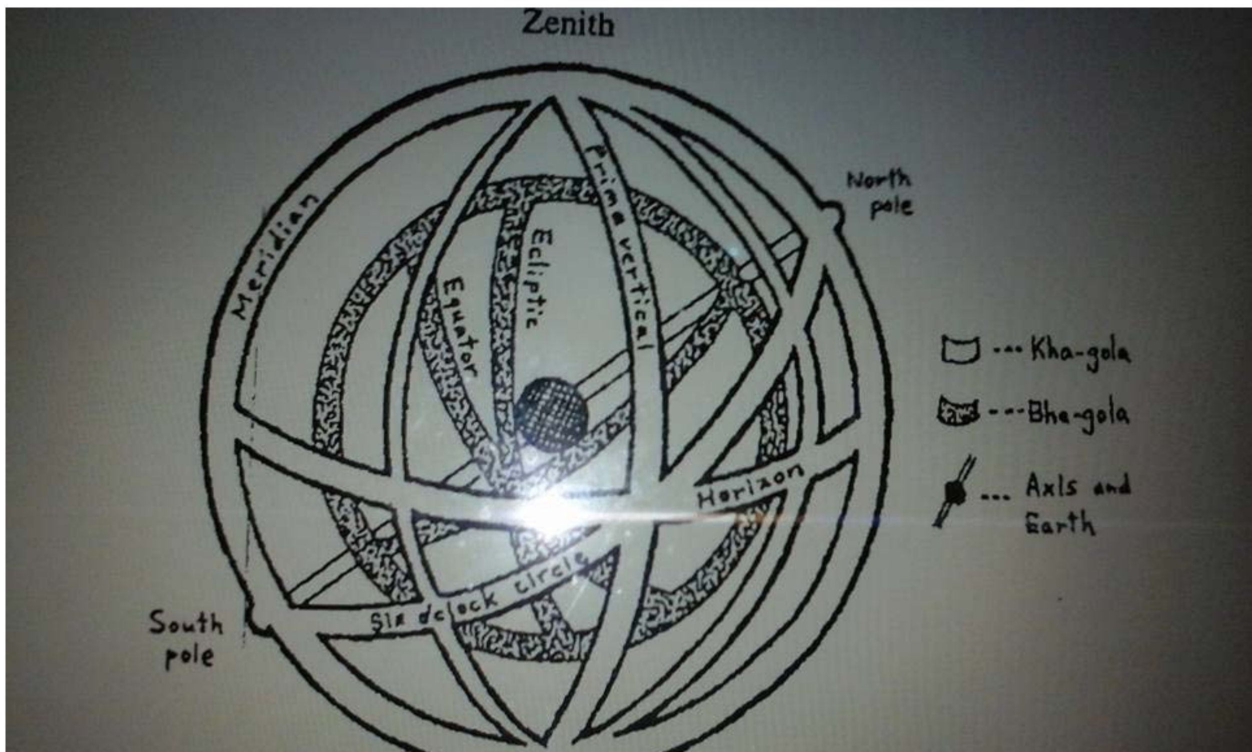
എന്നബിന്ദുവാകട്ടെ,ഉച്ചനീചവൃത്തത്തിൽ(എപ്പിസൈക്കിൾ) P യ്ക്ക് ചുറ്റമാണ് ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നത്. അങ്ങനെ സ്ഫുടം ചെയ്ത ദിശ എക്സന്റ്ട്രിക്ക് മോഡലിന്നുസമമാണ്.

In manda correction angular distance between mean and mandashuta = mandaphala



In sheegra correction angular distance between mandashutaphala planet and time present is Sheegraphalam

ഗോളബന്ധത്തിൽ 3 ഗ്രൂപ്പായിട്ടാണ് വൃത്തങ്ങളെ തിരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഖഗോളം, ഭഗോളം,ഗ്രഹഗോളം.



ഖഗോളം(ആകാശഗോളം),ഭഗോളം(നക്ഷത്രഗോളം), ഗ്രഹഗോളം (ഓരോ ഗ്രഹത്തിനും വെവ്വേറെയുള്ള ഗോളവൃത്തം).ഇത്തരം ഗോളബന്ധം അഥവാ ആർമ്മില്ലറി ഗോളത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്ന വിധം. –

ശ്രീപർണ്ണ്യാദിസസാരദാരുഘടിതൈഃശ്ലക്ഷണൈഃസമൈർമണ്ഡലൈർ-

ഗ്ഗോളജ്ഞോദൃഢസന്ധിബന്ധരുചിരം ഗോലം വിനിർമ്മാപയേത്

ഗോളജ്ഞര് ഉറപ്പുള്ള ശ്രീപർണ്ണിമരം കൊണ്ട് ഗോളം നിർമ്മിക്കുന്നു. ഭാസ്കരാ ചാര്യൻരണ്ടാമന് വംശ(മുള)വൃക്ഷമാണ് ഇതുണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്നത്. അദ്ദേഹം ഭഗോള,ഖഗോളങ്ങൾക്കുപുറമേ അവക്കും പുറത്തായി ദൃഗ്ഗോളവും നിർമ്മിക്കുന്നു.(ഇത് ഖഗോളഭഗോളസമ്മിശ്രമാണ്).ഖഗോള,ദൃഗ്ഗോളങ്ങള് അചലമാണ്.ഭഗോളം അക്ഷത്തിനുചുറ്റും ഭ്രമണം ചെയ്യും.ഖഗോളത്തിന്

സ്ഥിരമായ ഒരു മദ്ധ്യരേഖയും ചലിക്കുന്ന അഴിമുത്ത് വൃത്തവും ഉണ്ട്.ഈ യന്ത്രത്തിലൂടെ എങ്ങനെയാണ് നിരീക്ഷണം ചെയ്യുന്നത്.

ചക്രാംശാങ്കം ക്രാന്തിവൃത്തം വിദധ്യാത് ഉർവ്വീവൃത്താ
യാമ്യോദക്സ്ഥായഷ്ടിരുർവ്വീജമദ്ധ്യേ
കാര്യം ഖഗോലസ്യദൃഢസ്യമദ്ധ്യേ
ഭഗോലമേതത്പരിതസ്തഥാ ച

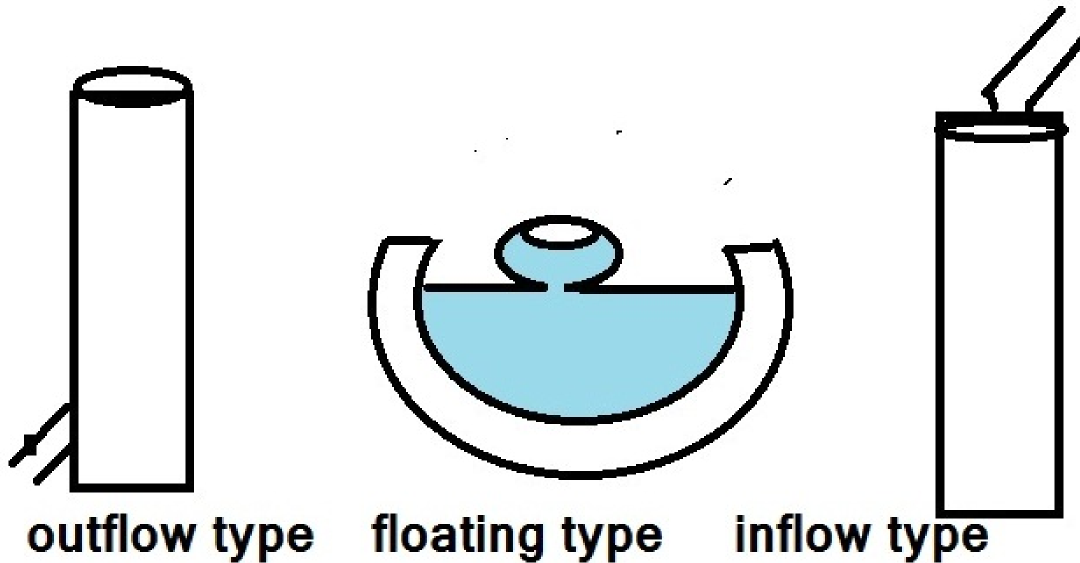
യത്രാംശകേ തിശമഗതേ അപവൃത്തേ ക്ഷിപേച്ചലാകാമിഹതത്രഭാഗേ
താന്നാഡികാവൃത്തഗതാവിധായസമുദ്ഗമാത്സൂര്യവശേനഭ്രജാത്-
തദീയഭാകേന്ദ്രഗതായഥാസ്യാത്സ്വഖംബുനാഡീയാ ഭ്രമഖേതഥൈവ
പാതംഗചിഹ്നക്ഷിതിജാന്തരസ്ഥാഃസമുദ്ഗതാംശാഗണകൈർനിരുക്തഃ
നാഡ്ശലാകാകുജയോസ്തുമദ്ധ്യേസമുന്നതാസ്താ നിയതൈഭവന്തി

ക്രാന്തിവൃത്തം 360 ഡിഗ്രി രേഖപ്പെടുത്തിയതാണ്.ഉർവ്വീവൃത്തവും യാമ്യവൃത്തവും അപ്രകാരംതന്നെ. (ഇപ്രകാരമുളള ചക്രവിഭജനം വേദകാലത്തുതന്നെ ഉണ്ട്) നാഡീവൃത്തം അഥവാ ഭ്രമദ്ധ്യം 60 നാഡി(ഡിഗ്രി) രേഖപ്പെടുത്തിയതാണ്. യഷ്ടി അഥവാ അക്ഷം കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നുപോകണം. (ഉത്തരദക്ഷിണധ്രുവങ്ങളോട് ബന്ധിച്ച്)സ്ഥിരമായി ഉറപ്പിച്ച ഖഗോളത്തിനകത്താണ് ഭഗോളം.ശലാക സൂര്യോദയബിന്ദുവിൽനിന്ന് ,ചക്രവാളരേഖയിൽഭ്രമദ്ധ്യത്തിനടുത്തായി ഭ്രമദ്ധ്യവൃത്തം കറങ്ങുന്നവിധം ഉറപ്പിക്കുന്നു.(ഛായ ഗോളമദ്ധ്യത്തിലായി പതിക്കുന്ന വിധം)സമുദ്ഗാതാംശം സൂര്യനും ചക്രവാളബിന്ദുവിനും ഇടയിലുളള ദൂരമാണ്.ശലാകക്കും ചക്രവാളത്തിനുമിടയിലുളളത് സൂര്യോദയശേഷമുളള നാഡികളാണ്.നാമിപ്പോൾ കുട്ടികളെ പഠിപ്പിക്കുന്നത് ആദ്യത്തെ ഗ്ലോബ് ഗ്രീക്കുകാരാണ് ഉണ്ടാക്കിയതെന്നാണ്.താരനിരീക്ഷണത്തിന് സമുദ്രയാനത്തിന് വേണ്ടി ആദ്യം ഗ്ലോബ് ഉണ്ടാക്കിയത് ഭാരതീയരാണെന്നതിന് ധാരാളം തെളിവുകളുണ്ട്. എന്നിട്ടും ഹിപ്പാർക്കസിനും ടോളമിക്കും ഈ മഹിമ നാം ചാർത്തിക്കൊടുത്തിരിക്കയാണ്.എഡി 150ലെ ടോളമിയുടെ ഗോളബന്ധം അലക്സാന്ററുടെ ഇന്ത്യാസന്ദർശനത്തിനുശേഷമാണെന്ന് നാം ഓർക്കണം.കോൾബ്രൂക്ക് പറഞ്ഞ പോലെ ടോളമിയുടെ ഗോളബന്ധവും

ഹിന്ദുക്കളുടെ ഗോളബന്ധവും തമ്മിലുള്ള പ്രധാനവ്യത്യാസം ടോളമിയുടേത് ഗ്രഹണനിനീക്ഷണത്തിനുമാത്രമുള്ള ലളിതസംവിധാനവും, ഭാരതീയരുടേത് ഭൂമദ്ധ്യരേഖാഭാഗത്തുനിന്നുകൊണ്ട് ഒരു നിരീക്ഷകന് നിരീക്ഷിക്കാവുന്ന എല്ലാ പ്രതിഭാസങ്ങളേയും (ഗ്രഹണം അടക്കം) പഠിക്കാനുള്ള സങ്കീർണ്ണയന്ത്രവുമാണെന്നതാണ്. ബിസി രണ്ടാം നൂറ്റാണ്ടുമുതലേ ചൈനയിലും ഗോളബന്ധമുണ്ട്.



ജലയന്ത്രങ്ങളും സൂര്യഘടികാരമെന്ന ക്ലപ്സിഡ്രയും



ജലോപരി പൊന്തിക്കിടക്കുന്നത്, ജലം പുറത്തേക്കു പോകുന്നത്, ജലം ഉള്ളിലേക്കു വരുന്നത് എന്ന് മൂന്നുവിധം ജലയന്ത്രങ്ങളെ പ്രതിപാദിച്ചുകാണുന്നു,ഇതിൽ ജലം ഉള്ളിലേക്കു വരുന്ന ഇനം വേദാംഗകാലത്തുതന്നെ ഉണ്ട്. ജലോപരി പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ജലഘടികാരം ഭാഗവതത്തിൽവ്യാസന് വർണ്ണിച്ചിരിക്കയാല് കൃഷ്ണന്റെ കാലമായ ഹരപ്പ മൊഹഞ്ജോദാരോ കാലത്തുണ്ട്. ക്ലാസിക്കൽജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രകാലത്തെ എല്ലാ ഗ്രന്ഥകാരന്മാരും ഇതിനെ വിവരിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. ആര്യഭടന്റെ ഘടികായന്ത്രവും വരാഹമിഹിരന്റെ ഘടികായന്ത്രവും വ്യാസഭാരതത്തിലെ ജലഘടികാരവും ഒന്നുതന്നെയാണ്.

ആര്യഭട്ടന്റെ ജലഘടികാരം

വൃത്തം താമ്രമയം പാത്രം കാരയേദ്ദശഭിഃപലൈഃ
ഷഡംഗുലം തദുത്സേധോ വിസ്താതേദേവാദശാനനേ
തസ്യാധഃകാരയേഛിദ്രം പലേനാഷ്ടാംഗുലേന തു
ഇത്യേതദ് ഘടികാസംജ്ഞാ പലഷഷ്ട്യംബുപൂരണാം

ഇത്രയും കൃത്യത പാലിക്കാതെ ഇഷ്ടാനുസാരേണ ഉണ്ടാക്കിയ താമ്രപാത്രത്തെ കപാലയന്ത്രമെന്നും വിളിച്ചിരുന്നു.

വരാഹമിഹിരന്റെ ക്ലെപ്സിഡ്രഃ-

ദ്യുനിശിവിനിഃസൃതതോയം ദിഷ്ടഛിദ്രേണ ഷഷ്ടിഭാഗോ യഃ
സാനാഡിസ്വമതോ വാ ശ്വാസാശീതിഃശതം പുംസഃ
കുംഭാർദ്ധകാരം താമ്രപാത്രം കാര്യം മൂലേഛിദ്രം
സ്വഛേതോയേ കുണ്ഡേന്യസ്തം തസ്മിൻപൂർണ്ണേ നാഡിസ്യാത്
മൂലാൽപ്പത്വാദ്വേധോ വാഷഷ്ടിർയോജ്യാ ചാഹയാരാത്ര്യാ
വർണ്ണാഃഷഷ്ടിർവക്രാഃശ്ലോകോയത്തത് ഷഷ്ട്യാ വാ സാ സ്യാത്

ആദ്യശ്ലോകത്തിലെ വിനിസൃത എന്നത് ജലം ഉള്ളിലേക്കു വരുന്ന ടൈപ്പിനെ യാണ്, പറയുന്നത്. രണ്ടാമത്തെശ്ലോകം പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ജലഘടികാര ത്തെയും. ബ്രഹ്മഗുപ്തനും,ലല്ലനും,ശ്രീപതി.യും ഭാസ്കരാചാര്യന്മാരും മാത്രമല്ല, പഴയ സൂര്യസിദ്ധാന്തവും ഇതിനെ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. സിദ്ധാന്തശിരോമണിയിൽ സമയം കൃത്യമാക്കാനായി ഓരോ ഘടീയന്ത്രത്തിനും പരീക്ഷണം ,നിരീക്ഷണം ചെയ്ത് ഘടിമാനം കൃത്യമായി സ്റ്റാൻഡേഡൈസ് ചെയ്യണമെന്ന് പറയുന്നു.

ചരിത്രപരമായി ക്ലെപ്സിഡ്രയുടെ ആദ്യത്തെ പരാമർശം വ്യാസഭാഗവതത്തി ലാണ്.റാവൽപിണ്ഡി ജില്ലയിലെ മാണിക്യാലയിലെ ശിലയിലുള്ള പ്രാകൃതലി ഖിതം ഖരോഷ്ടിയിലാണ്. എഫ് ഇ പാരിജിറ്റർ, ഇതിനെ വായിച്ചു. കുശാനവ ർഗ്ഗത്തിലെ ജനതയുടെ നേതാവായിരുന്ന ലലനന് വെസ്പസിക്ഷത്രപന്റെ ചന്തയിൽ ഘടീയന്ത്രം സ്ഥാപിച്ചു എന്നാണ് ഇതിലുള്ളത്. വലഭി ഗുഹസേനന്റെ പകുതിമാത്രമുള്ള ലിഖിതത്തിലുള്ളത് ശ്രീഗുഹസേനഘടി... എന്നാണ്. ഇത് എഡി 66-67ലാണെന്നാണ് പിചാരിക്കുന്നത്.എഡി ഏഴാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ബാണന്റെ കാദംബരിയിൽ ജലഘടികാരത്തെ പറയുന്നത് അനവരതഗല നാഡിക (എപ്പോഴും ജലം ഒഴുകുന്ന നാഡീയന്ത്രം) എന്നാണ്.എഡി 635ൽ ചൈനീസ് ഐചിങ്ങ് ഇത് ഇന്ത്യക്കാര് ധാരാളമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതായി രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്.അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഗ്രന്ഥത്തിൽ നളന്ദയിലെ ക്ലെപ്സിഡ്രയെ

പറയുന്നു.അദ്ദേഹം പറഞ്ഞിരിക്കുന്നത് ഇന്ത്യയിലെ പടിഞ്ഞാറൻതീരത്തെ എല്ലാ ക്ഷേത്രങ്ങളിലും സൂര്യഘടികാരങ്ങളായ ക്ലെപ്സിഡ്രകളുണ്ടെന്നും അവ രാജാക്കന്മാരാണ് ക്ഷേത്രത്തിലേക്കായി പ്രത്യേകം പണിയിച്ച് ദാനം ചെയ്യുന്ന തെന്നുമാണ്. ദിനവും അത് നിരീക്ഷിക്കാനായി വിദഗ്ധരെ നിയമിച്ചിട്ടുണ്ട്. കൃത്യമായി നിരീക്ഷിച്ച് സ്പഷ്ടം ചെയ്ത് ഗ്രഹഗതി സാധാരണക്കാര്ക്ക് അറിയി ക്കുന്നു.സംസ്കൃതജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളിലുള്ള അതേ വിവരണമാണ് അദ്ദേഹവും കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.കുശിനഗരത്തിലും മഹാബോധിക്ഷേത്രത്തിലുമുള്ള ജല ഘടികാരത്തെ ഈ ചൈനീസ് സഞ്ചാരി സ്വയം നിരീക്ഷിച്ച് രേഖപ്പെടുത്തി. അവ സൂര്യോദയത്തിനും മദ്ധ്യാഹ്നത്തിനുമിടക്ക് 16 തവണ മുങ്ങിയതായി കണ്ടു. അൽബറൂണി(എഡി 973-1050) ഇന്ത്യയിലെ ഔട്ട്ഫ്ലോ ടൈപ്പ് ജലഘടികാര മാണ് വിവരിക്കുന്നത്.അത് മരക്കഷ്ണം കൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കിയതാണ്. (താമ്രപാ ത്രമല്ല) സിലിണ്ട്രിക്കലാണ്, കുംഭാകാരമല്ല. 12 വിരൽവ്യാസവും 6 വിരൽഉയ രവുമുള്ള ഒരു സിലിണ്ട്രിക്കൽ ദ്വാരം മരക്കഷ്ണത്തിന്റെ ചുവട്ടിലായി ഉണ്ടാക്കുന്നു. അതിൽ 3 മന വെള്ളം കൊള്ളും. 6 മുടിനാര് വണ്ണത്തില് തുളക്കുന്ന പക്ഷം ഒരു ഘടികയിൽ 3 മന വെള്ളം പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുന്നു.ബാബുർനാമയിലും അബുൾഫ സലിന്റെ ഐനി അക്ബാരിയിലും ഇന്ത്യയിലെ ക്ലെപ്സിഡ്രകളെ വിവരിക്കുന്നു ണ്ട്.ചില മുഗൾപെയിന്റിങ്ങുകളിലും ഇതിന്റെ ചിത്രമുണ്ട്.ഇന്ത്യന് ക്ലെപ്സിഡ്രയെ പഠിച്ച യൂറോപ്യന്മാർ-ജോൺഗിൽകാർട്ട്,ഫ്രാൻസിസ് ബുക്കനൻ,ഹെർമ്മന് വോൺഎസ് സകുനലുകി,ജെ,എഫ് ഫ്ലീറ്റ്, എഫ് ഇ പാർട്ടിഗർ,ഹെർമ്മന് ജാക്കോബി.

ജലയന്ത്രങ്ങളെന്നു പറയുന്നത് ജലത്തിന്റെ ഒഴുക്കനുസരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്നവ യെയാണ്.സാധാണയായി പുറത്തേക്ക് ജലമൊഴുകുന്ന (ഔട്ട്ഫ്ലോ) തരം ക്ലെപ്സിഡ്ര ഒരു മനുഷ്യരൂപത്തോടോ മൃഗരൂപത്തോടോ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുമെന്ന പരാമർശം വളരെ പ്രധാനമാണ്. രസം അഥവാ മെർക്കുറിയുള്ള ചുരക്ക ജലോപരി ചരടിനാൽബന്ധിച്ചവിധം പൊന്തിക്കിടക്കും. ചരടിന്റെ മറ്റേ അറ്റം മനുഷ്യ,മൃഗ,പക്ഷിരൂപങ്ങളോട് ബന്ധിക്കുന്നു.കുരങ്ങനോ മയിലോ ആയിരുന്നു പ്രധാന മൃഗപക്ഷിരൂപം.

വരാഹമിഹിരന്റെ ജലയന്ത്രം

ഗുണസലിലപാംശുഭിര്യോജിതാനിബീജാനി സർവ്വയന്ത്രാണാം
തൈഃഫലകേ കൂർമ്മമാനവയഥേഷ്ടരൂപാണി കാമ്യാണി
ഗുരുരചപലായ ദധ്യാഛിഷ്യാനെയതാന്യവാപ്യശിഷ്യോƒപി
പുത്രേണാപ്യജ്ഞാതം ബീജം സംയോജയേദ്ധ്യന്ത്രേ

ജലയന്ത്രങ്ങളുടെ ബീജം –കയറ്, ജലം,മണ്ണ്,ഇവകൊണ്ട് ആമ,മനുഷ്യൻ,ഏത് ഇഷ്ടരൂപത്തിലും മാതൃകയിലും ഉണ്ടാക്കാം. ഗുരു ശിഷ്യനുമാത്രം പറഞ്ഞു കൊടുക്കുന്നു. പുത്രനുപോലും പറഞ്ഞുകൊടുക്കാറില്ല.
ബ്രഹ്മഗുപ്തന്റെ ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തത്തിലും നാളകം(സിലിണ്ടർ) മൂലത്തിൽ തുളച്ച് ഛിദ്രമുണ്ടാക്കുന്ന യന്ത്രത്തെ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഉയരം ഘടികകളായി വിഭജിക്കുന്നു.

ഘടികാംഗുലാന്തരസ്ഥൈഃശ്ചീരിർഗുടകൈർഘടിയുതൈരങ്കയാ
ഉപരിനരോƒധഃസുഷിരസ്ഥിര്യക് കീലോƒസ്യ മുഖമദ്ധ്യേ
അംഗുലങ്ങളുടെ ഇടവേളകളില് ഘടിപ്പിച്ച ഗുളകങ്ങള്(ബീഡ്സ്),മുകളിലായി മനുഷ്യരൂപം,താഴെ നാളകം(സിലിണ്ടർ).മനുഷ്യരൂപത്തിന്റെ വായുടെ മദ്ധ്യത്തിലായി വിലങ്ങനെ ഒരു ദണ്ഡം (വടി) ഉണ്ടായിരിക്കും.

കീലോപരിഗാമിന്യാം ചീര്യാം ഘൃതപാരദമലാംബു തസ്മിൻ
സ്രവതിജലേ ക്ഷിപതിനരോ ഗുഡികാഃകൂർമ്മാദയശ്ചൈവം

രസം നിറച്ച ചുരക്ക ദണ്ഡത്തിനു ചുറ്റും ചുറ്റിവെച്ച ചീരത്തിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. മനുഷ്യരൂപം ഗുളങ്ങളെ ജലോപരി നിർത്തുന്നു.(കൂർമ്മാദിരൂപങ്ങളും).

ജലപൂർണ്ണകൃതഘടീഭിഃസ്തനാസ്യകർണ്ണാദിഭിർജലം ക്ഷിപതി
പുരുഷോƒന്യസ്യാƒസക്തേ(ക്തം)വക്ത്രം പുരുഷസ്യ കൃതമുപരി

മനുഷ്യന്റെ സ്തനം,വായ,ചെവി മുതലായവയിൽനിന്ന് വെള്ളം ഒഴുകുന്ന വിധമാണ് യന്ത്രം സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ഇതിനെ ജലംനിറച്ച ക്ലെപ്സിഡ്രയോടു താരതമ്യവും ചെയ്തിരിക്കുന്നു.മറ്റൊരു മനുഷ്യരൂപം മുകളിലേക്ക് അഭിമുഖമായി നിൽക്കുന്നതിന്റെ വായിലേക്ക് ആദ്യമനുഷ്യരൂപത്തെ ഘടിപ്പിക്കയുമാവാം. വധൂവരന്മാരുടെ രൂപമോ യുദ്ധം ചെയ്യുന്ന മല്ലന്മാരോ,മൃഗങ്ങളോ (ഗജ,മേഷ മഹിഷ)ങ്ങളോ ആകാം.(ഈ തത്വമാണ് മേഷമിഥുനങ്ങളും മനുഷ്യശിരസ്സുമുള്ള

ഘടികാരത്തിൽ തിരുവനന്തപുരത്ത് കാണുന്നത്)മയിൽ സർപ്പത്തെ കഷ്ണംകഷ്ണമാക്കി വിഭജിച്ച് തിന്നുന്ന വിധവും ഘടികകളെ രേഖപ്പെടുത്തുന്നത് വിവരിച്ചുകാണുന്നു.ഓരോ ഘടികകഴിഞ്ഞാലും പറമേലടിച്ച് ശബ്ദമുണ്ടാക്കുന്നതും പറയുന്നുണ്ട്. ഇതെല്ലാം വളരെ പണ്ടുമുതലേ പുരാണകാലത്തും നടപ്പിലുണ്ട്. എങ്ങനെയാണ് ചീരം പ്രവർത്തിക്കുന്നത്.അഥവാ എന്തിനാണ് ഗുളങ്ങളെ ചീരവുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുന്നത്.

ചീരീം പ്രകുര്യാത് ഘടികാംഗുലാങ്കകാമേതേന മുക്ത്വാവദനേന ധാര്യാ താംനിക്ഷിപേത് കാഷ്ഠനരോദരേ തു തദാƒസ്യതിര്യക് സ്ഥിതകീലലഗ്നം അംഗുലം രേഖപ്പെടുത്തിയ ചീരം ഘടിയെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.അതിനെ മരംകൊണ്ടുള്ള മനുഷ്യരൂപത്തിലാണ് വെച്ചിരിക്കുന്നത്,പിന്നീട് മനുഷ്യന്റെ വായിലെ ദണ്ഡത്തിൽചുറ്റിവെക്കുന്നു
ചീരീസൂത്രം ക്രോഡകാധ്യോഗതം സ്യാത്
താസ്മിംസ്തംബംപൂർവ്വവദ്ബദ്ധമുച്ചൈഃ
പാത്രേƒധ്യോധസ്തദവ്രജേത് കർണ്ണയന്ത്രാ-
ന്നാഡീഭുക്താമൃത്യുജത്യേഷനാഡ്യാഃ
വക്ഷസ്സിന്റെ കീഴ്ഭാഗത്തേക്ക് ചീരം പോകുന്നു.അവിടെ മുകളിൽനിന്ന് ചുരക്ക കെട്ടിയിട്ടിട്ടുണ്ട്.അത് പാത്രത്തിന്റെ താഴേക്ക് മനുഷ്യരൂപത്തിന്റെ ചെവികളോടൊപ്പം പോകുന്നു.ജലം പുറത്തേക്ക് ചീറ്റുന്നു(ഒഴുകുന്നു)ഓരോ നാഡിയിലും ഇത് സംഭവിക്കുന്നു.

ഇത്ഥം ബുദ്ദ്യാ ഗണകഃപ്രകുര്യാ-ന്മേഷാദിയുദ്ധംഗജയന്ത്രമത്ര യത്രസ്വയംവാഹകനാഭിമദ്ധ്യാത് ബീജംദശാങ്കേന ഹി കർമ്മണായഃ ജലബീജത്തോട് സ്വയം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന,ചലിക്കുന്ന ചരടിനോടു ഘടിപ്പിച്ച രൂപങ്ങളോടും 10 ഘടികകളെ രേഖപ്പെടുത്തിയതുമായ യന്ത്രങ്ങളെ ബുദ്ധിപൂർവ്വം ഗണകന്മാർ നിർമ്മിച്ചിരുന്നു.ഇത്തരം പാവകളെ(മനുഷ്യരൂപം)ഘടിപ്പിച്ച ജലയന്ത്രങ്ങളെ പെരുന്തച്ചനും മകനും നിർമ്മിച്ചിരുന്ന കഥ വെറും കഥയല്ല എന്നു സാരം.

എങ്ങനെയാണ് സ്വയം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നത്. ആര്യഭടൻ ജലത്തിന്റെ ഒഴുക്കുകൊണ്ട് ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കാമെന്നു പറയുന്നു.മെർക്കുറി(രസം)കൊണ്ട് എന്ന് ബ്രഹ്മസ്ഫുടസിദ്ധാന്തം പറയുന്നു.കനംകുറഞ്ഞ ദാരുമയമായ ചക്രം അരങ്ങളുടെ അകലം സമമായി ഉണ്ടാക്കി, അരങ്ങളെ ഉളളുപൊളളയായി നിർമ്മിച്ച് അവയിൽ പകുതിയോളം രസം(മെർക്കുറി)നിറക്കണം .അവയെ പരിധിയോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കണം.ലഘുദാരുമയം ചക്രം സമസുഷിരാരാന്തരാന്തരം

പൃഥഗരാണാം അര്ദ്ധേ രസേനപൂർണ്ണേ പരിധൌ സംശ്ലിഷ്ടകൃതസന്ധിഃ

തിര്യക്കീലോമദ്ധ്യേ ദ്വിമാധാരസ്ഥേ അസ്യപാരദോമമതി

ഛിദ്രാണ്യൂർദ്ധ്വമധ്യോ ƒതശ്ചക്രമജസ്രം സ്വയംഭ്രമതി

വിലങ്ങനെ വെച്ച അക്ഷം കേന്ദ്രഭാഗത്ത് രണ്ടു സപ്പോർട്ടുകളിലാണ് ഉറപ്പിച്ചി രിക്കുന്നത്. പാരദം(രസം)നാളമുളള അരങ്ങളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. മുകളിലേക്കും താഴേക്കുമുളള ഈ സഞ്ചാരം കൊണ്ടാണ് ചക്രം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നത്.



ഛിദ്രേ സ്വധീയാക്ഷിപ്ത്വാ സമംയഥാ പാരദംഭ്രമതി

കാലസമവിഷ്ടമാനൈഛക്രസമുത്തനമൂര്ദ്ധ്വം വാ

പാരദം(രസം അഥവാ മെർക്കുറി)കൃത്യമായി ഒരേ വേഗതയിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യിക്കുന്നതിന് ആവശ്യമായ സാധനമാണ്. ഇതിന് അഹോരാത്രവൃത്തവും

ഖഗോളവും ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന കൃത്യമായ സമയവും വിധവും (മെക്കാനിസം) ഗോളനിർമ്മാതാവിന് അറിഞ്ഞിരിക്കണം. രസം ഒരു നാളത്തിലൂടെ പ്രവഹിച്ചതുകൊണ്ടുമാത്രം ഇത് സാദ്ധ്യമാവുകയില്ല.

കീലസ്യോപരിഗാമിനി തത് പര്യയസൂത്രകേ ഘൃതമലാംബു
പ്രാഗ്യന്നലകേ പ്രക്ഷിപ്യ നാഡികാസ്രവതി പാനീയേ
കരണൈർജ്യാക്ഷിപ്രചലനമേവം ശരമേക്ഷണം ഖ ശബ്ദാച്ച.
ഇതേ മെക്കാനിസം കൊണ്ട് ധനുസ്സിന്റെ ഞാണവലിക്കുമ്പോളുള്ള ശബ്ദവും അസ്ത്രം വേഗത്തിൽ പായുമ്പോളുള്ള നാദവും മേഘനാദവും ഉണ്ടാക്കാനാവുമെന്ന അറിവും ഇന്ത്യയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ഉണ്ടായിരുന്നു.ജലപ്രവാഹം കൊണ്ട് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന(ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന)ഗോളയന്ത്രത്തെ സൂര്യസിദ്ധാന്തത്തിലും വിവരിക്കുന്നു,ലല്ലനും ഇത് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.
ശ്രീപതിഃ-നീരസ്രുത്യാ ചിഹ്നിതേനാഡികാഢ്യൈർമൂലഛിദ്രേദാരിപൂർണ്ണ ച പാത്രേ ഗോലം തുംബം പാരതാഢ്യം ഗുണേന ബദ്ധേ കേന പ്രക്ഷിപേ തത്രയുക്തേ യഥായഥാംബു സ്രവതി ക്രമേണ തഥൈതഥാധോർവ്വജദത്രതുംബം ഗോലംപരിഭ്രാമയതി സ്വയം തത് സൂര്യാംശഭൃജാന്തരഗാസ്തനാഢ്യാഃ
അതായത്,ജലയന്ത്രം അഥവാ ജലംകൊണ്ട് ബ്ബ്രമണം ചെയ്യിക്കുന്ന (രസം കൊണ്ടും) ഗോലയന്ത്രം ഒരു waterdriven mechanised clock ആണ്. സാപേ ക്ഷമായി ജലസഹായം കൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഇത്തരം ക്ലോക്കുകള് വളരെ പുരാതനവും പൂർവ്വാചാര്യന്മാര് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതുമായ ഗ്രാമ്യമായ ഉപകര ണങ്ങളാണെന്ന് ഭാസ്കരാചാര്യൻ രണ്ടാമന് എഴുതുന്നു.ചൈനയിലെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഗോളബന്ധം ഇന്ത്യയിൽനിന്ന് ലഭിച്ച അറിവാണെന്നും അത് 1200-1300 വർഷം കഴിഞ്ഞാണ് യൂറോപ്പിലെത്തിയതെന്നുമുള്ള ജോസഫ് നീഡാന്റെ പരാമർശം ഇവിടെ ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്.എഡി രണ്ടാം നൂറ്റാണ്ടുമുതലാണ് ചൈന യിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഗോളയന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയത്. ഇന്ത്യയില് സാന്റ്ക്ലോക്കുകൾ (പൂഴി ഉപയോഗിക്കുന്നവ) ഉണ്ടായിരുന്നുവോ. ഇക്കാര്യത്തിൽ സംശയമുണ്ട്. സൂര്യസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഭാഷ്യകാരനായ രങ്കനാഥന്റെ(എഡി 1603) പാഠത്തില് സസൂത്രരേണുഗർഭൈശ്ച എന്നത് അദ്ദേഹത്തിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ പൂഴി (ധൂളി) ഉപയോഗിച്ച മുദ്ഘടികയാണ്.(രേണുഗർഭം

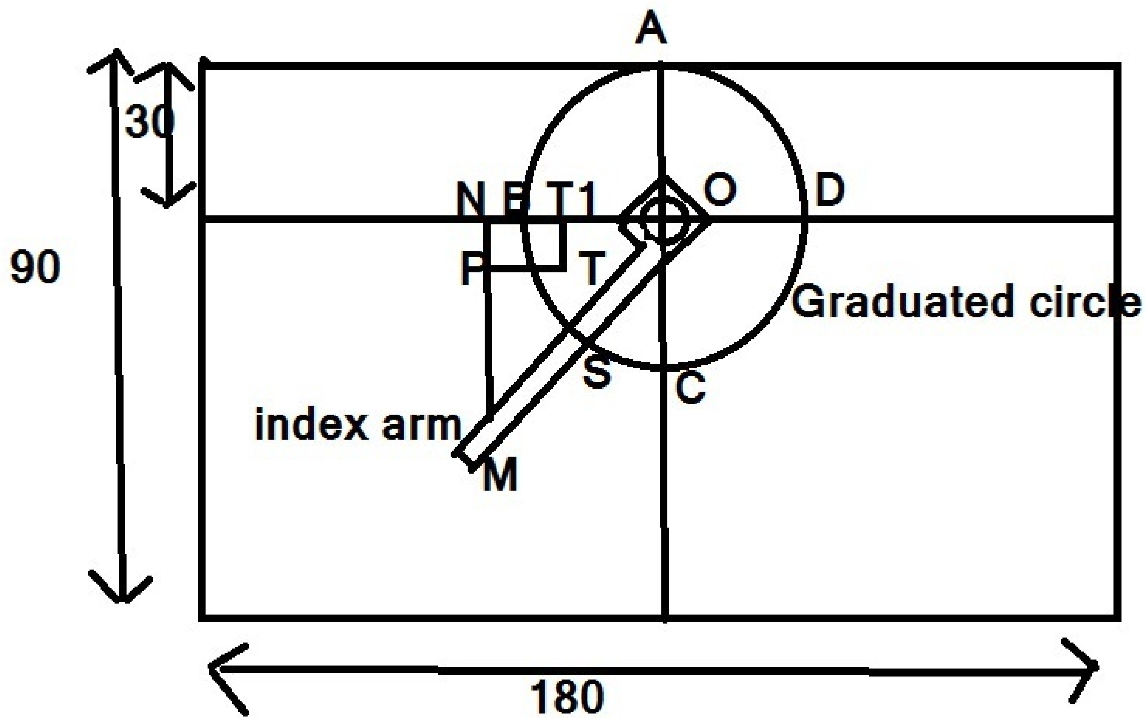
ധൂളിനിറച്ചത്).എന്നാൽ രങ്കനാഥനേക്കാളും പഴയ ഭാഷ്യകാരനായ പരമേശ്വരനെന്ന കേരളീയജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ സൂര്യസിദ്ധാന്തഭാഷ്യത്തിൽ ഇങ്ങനെയാണ് കാണുന്നത്.

തോയയന്ത്രൈഃകപാലാദ്യൈർമയൂരനരവാനരൈഃ

സൂത്രൈശ്ച വേണുഗർഭസൈഥഃസമ്യക് കാലം പ്രസാധയേത്.

വേണുഗർഭമെന്നാല് മുളങ്കുഴലാണ്. അതിൽ ജലമോ രസമോ നിറക്കുന്ന ജലയന്ത്രമാണ്. 14732 ലെ രാദമകൃഷ്ണആരാദ്ധ്യനും ലല്ലനും സ സൂത്രാ വേണുഗർഭസൈഥ എന്നാണ് പറയുന്നത്. സൂര്യസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പഴയ കോപ്പികളിലെല്ലാം വേണുഗർഭമെന്നാണ്. (ഛന്ദേശ്വരനും മന്ദപാലനും ഭൂധരനും തമ്മയജ്വാനും ഈ വാക്കാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്.ഇവരെല്ലാം രങ്കനാഥനു മുമ്പുള്ളവരാണ്.എങ്കിലും രാമചന്ദ്രന്റെ യന്ത്രപ്രകാശവും (1428) ജ്ഞാനരാജന്റെ സുന്ദരസിദ്ധാന്തം (1507) എന്നിവയിൽ സാന്റ് ക്ലോക്കായിട്ടാണ് കാണുന്നത്.

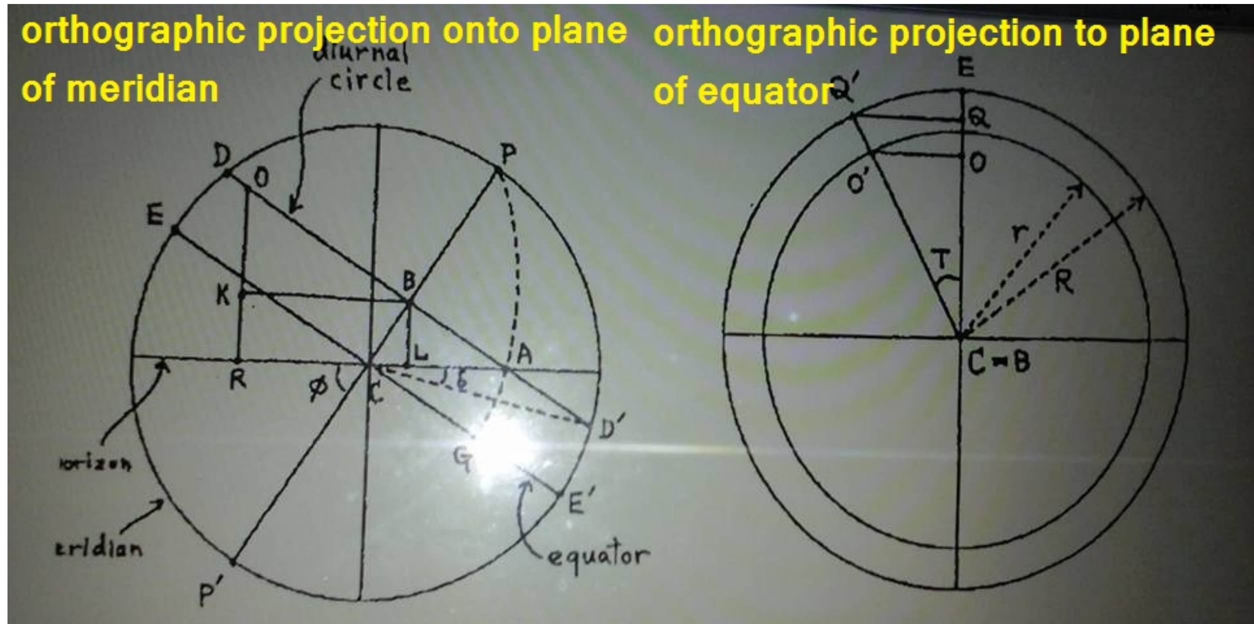
ഫലകയന്ത്രം



ഭാസ്കരൻരണ്ടാമന്റെ

ഫലകയന്ത്രം സൂര്യോച്ചം നിരീക്ഷിച്ച് കാലത്തെ ഗ്രാഫി ക്കലായി ഗണിക്കുന്നു.പലകക്ക് ഉയരം 90 അംഗുലം വീതി 180 അംഗുലം. ഓരോ അംഗുലഭാഗത്തും രേഖകളാൽ അങ്കിതമാണ്(സ്കെയിൽ).30ആം വരിയുടെ മദ്ധ്യത്തിലായി ഒരു ദ്വാരം .അതിലൂടെ ഒരു സൂചി വെക്കുന്നു.30 അംഗുലം അർദ്ധവ്യാസമുള്ള വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലാണ് സൂചി.പരിധിയിൽ ഘടികളും ഡിഗ്രികളും രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്.സൂചിമേലുറപ്പിച്ച ഒരു കൈ (ഇൻഡക്സ് ആം) സൂചിക്കുചുറ്റും ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു. പലക സൂര്യാഭിമുഖമായി പിടിക്കുന്നു.Index arm OM സൂചിയായ Oയുടെ ഛായയിലൂടെയാണ് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്. Angle NOM -= സൂര്യന്റെ ഉച്ചം. Index armൽ M എന്ന ബിന്ദു രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. അതിൽനിന്ന് കേന്ദ്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം OM യഷ്ടിയുടെ അളവാണ്. NM എന്ന രേഖ വരക്കുക. P എന്ന ബിന്ദു സൂര്യന് ഉത്തരഭാഗത്തോ തെക്കുഭാഗത്തോ

എന്നതനുസരിച്ച് മുകളിലോ താഴെയോ വരാം.(NS രേഖ) ദൂരം MP =സൂര്യന്റെ ഉച്ചത്തിലുള്ള വ്യത്യാസത്തിന്റെ Rsine . അർദ്ധവ്യാസം എന്നത് വൃത്തത്തിന്റെഅർദ്ധവ്യാസമാണ്.ഇത് 30 അംഗുലമായി രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. PT വരക്കുന്നു. ഇത് വൃത്തത്തെ T എന്ന ബിന്ദുവില് ഛേദിക്കുന്നു.ഇത് കാലത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. Arc CT കലസൂചകമാണ്-ഒന്നുകിൽ മദ്ധ്യദിനം വരെ അല്ലെങ്കിൽ മദ്ധ്യദിനം മുതൽ.



ഇന്ത്യക്കാരുടെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ രണ്ടുവിധമായിരുന്നു.ആദ്യത്തേത് സമൂഹ ജീവിതത്തിലെ ൃദൈനന്ദിനകാര്യങ്ങൾക്കായി എല്ലാവരും അറിഞ്ഞിരുന്നതും എന്നും നിരീക്ഷിച്ചിരുന്നതുമായ ദിശ,ദിക്ക്,സമയം എന്നിവയുടെ നിരീക്ഷണവും ഗണനവും. ഇതിന് സമമണ്ഡലവൃത്തം,ശങ്കു,യഷ്ടി എന്നിവ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. രണ്ടാമത്തേത്ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രപരമായ നിരീക്ഷണണാമ്.സ്പടമായി ഗണിതം ചെയ്യാനുള്ളത്.ഇത് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണ് ചെയ്തിരുന്നത്. പലവിധം ഘടീ യന്ത്രങ്ങളും ക്ലെപ്സിഡ്രയും കപാലകർത്തരീ,ഭഗണ(നാഡീവലയ) ഗോളയന്ത്ര ങ്ങളും മറ്റും ഇതിനുപയോഗിച്ചു.ചക്രം,ധനുസ്സ് തുരീയം എന്ന്ിവ സൂര്യന്റെ ഉച്ചസ്ഥിതിയിൽനിന്ന് സമയം കാണാനും പീഠം ,കപാലം എന്നിവ സൂര്യന്റെ അഴിമുത്തിൽനിന്ന് സമയം കാണാനും ,ശലാക,ശകടമെന്നിവ കോണിക

അകലം കാണാനും ,ശലാകയും പീഠവും വേദികയും സൂര്യന്റെ അഗ്രം കാണാനും ഉപയോഗിച്ചു.യഷ്ടിയും ധീയന്ത്രവും ഭൂമിയുടെ സർവ്വേ ,വസ്തുക്കളുടെ(കെട്ടിടം,മല) ഉയരം ,ദൂരം ഇവ കാണാനും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. സൂര്യഭ്രമണത്തെകുറിച്ച് ഇന്ത്യക്കാർക്ക് വേദകാലം മുതലേ അറിയാം. ഒരു കൽപ്പത്തിലെ ഭ്രമണം ഭഗണമെന്ന് അറിയുന്നു .സൂര്യബുധശുക്രന്മാരുടെ ഭഗണം 4320000000 ആണ്.ബുധശുക്രന്മാരുടെ മദ്ധ്യഗതി സൂര്യന്റേതുതന്നെയാണെന്നും അത് സൂര്യനോടു അടുത്ത് നിൽക്കുന്നതുകൊണ്ടാണെന്നും അറിഞ്ഞിരുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഈ ഗണനം.ഭൂമിക്ക് സൂര്യനുചുറ്റുമുള്ള ഭ്രമണകാലമായ ഒരു വർഷം സമമണ്ഡലമായ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വേദികമേൽ ഡിഗ്രികൾഅങ്കിതമാക്കി ഗണിക്കാനായി മിനിമം ഒരു വർഷത്തം നിരന്തരനിരീക്ഷണം ശാസ്ത്രവിദ്യാർത്ഥി നടത്തണമെന്നും അവരറിഞ്ഞിരുന്നു. സമമായ ഭൂമിയില് സമമണ്ഡലവൃത്തം വരച്ച് അർദ്ധവ്യാസം അളക്കുക.ദിശ,ഡിഗ്രി രേഖപ്പെടുത്തുക. ഉത്തരായനത്തിലെ സൂര്യോദയത്തിൽ,കിഴക്കേ ബിന്ദുവിൽനിന്ന് തെക്ക് അധികദൂരത്തിലല്ലാതെയുള്ള സൂര്യോദയം കേന്ദ്രത്തിലെ ശലാക കൊണ്ട് നിരീക്ഷിക്കുക.ഒരു വര്ഷത്തിലേക്ക് ഇപ്രകാരം സൂര്യോദയബിന്ദു എണ്ണി രേഖപ്പെടുത്തണം.(365 എണ്ണം)ഓരോ വർഷവും ബിന്ദു ആദ്യവർഷത്തേക്കാളും കുറച്ച് തെക്കോട്ടുനീങ്ങും .ഇങ്ങനെ മാറിയ 2 ബിന്ദുക്കളുടെ ദൂരം അളക്കുക.ഇതുപോലെ സൂര്യബിന്ദു വടക്കോട്ട് നീങ്ങുന്ന ദൂരവും അളക്കുക.ഇപ്രകാരം അളന്ന ദൂരവ്യത്യാസങ്ങളുടെ അനുപാതം 60 ഘടികയാണെങ്കില് തെക്കേ ദിശയിലെ വ്യത്യാസത്തിന്റെ സീമ എന്ത് എന്നു കാണാം.ഇവിടെ വർഷത്തിന്റെ നീളം ട്രോപ്പിക്കൽ(ഭൂമദ്ധ്യരേഖാഭാഗത്തെ)യാണ്.ഭൂമദ്ധ്യരേഖാഭാഗത്തെ ട്രോപ്പിക്കൽ വർഷമാണ് കൃത്യമായി 365 ദി 15 ഘടി 30 പലം ഇരുപത്തിരണ്ടര വിപല എന്ന് ഇന്ത്യക്കാര് ഇപ്രകാരം കണ്ടത്..അശ്വതി,സൂര്യനെന്നിവരുടെ ഉദയം വീക്ഷിക്കണം.10 പലം(4 മിനുട്ട്) നേരത്തെയാണ് നക്ഷത്രോദയം.സൂര്യന്റെയും ഭൂമിയുടേയും ഭ്രമണകാലത്ത് ഇവരുടെ ഉദയവ്യത്യാസം കണക്കാക്കുന്നു.(സൂര്യഭൂമിമാരുടെ വർഷകാലത്ത് ചന്ദ്രന്റെ ഗതിയും നിരീക്ഷിക്കുന്നു).സിഡറിയല് അഥവാ നക്ഷത്രചലനം ഇങ്ങനെ നിരീക്ഷിച്ചാണ് നക്ഷത്രവർഷം കണക്കാക്കുന്നത്.വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വേദിമേലാണ് സോമേശ്വരൻ ഒരു വർഷത്തെ സൂര്യോദയങ്ങളെ നിരീക്ഷിച്ചി

രുന്നത്. ഇത്തരം വേദികൾ കേരളത്തിലെ പല ക്ഷേത്രങ്ങളിലുമുണ്ട്.ഒരു പ്രത്യേകകാലത്തേക്ക് ഗ്രഹയോഗദിനങ്ങൾ കാണുക.ആ കാലത്ത് ഭൂമിയുടെ ഭൂദിനസംഖ്യ(അക്ഷത്തിന്റെ ഭ്രമണം) കാണുക.സൂര്യന്റെ ഭ്രമണം ഭൂദിന സംഖ്യ യിൽനിന്ന് ഗ്രഹയോഗസംഖ്യ കിഴിച്ചതായിരിക്കും.(അതായത് ഭൂമിയുടെ അക്ഷ ഭ്രമണവും ,ഗ്രഹയോഗസംഖ്യയും നിരീക്ഷിച്ചറിയുന്ന പക്ഷം സൂര്യന്റെ അക്ഷഭ്രമണ സംഖ്യയും അറിയാം. ചന്ദ്രന്റെ കക്ഷ്യാഭ്രമണം ഗോളയന്ത്രം കൊണ്ട് നിരീക്ഷി ക്കാം.ഗോളകേന്ദ്രത്തിലൂടെ രാത്രിയില്,രേവതിനക്ഷത്രത്തെ നിരീക്ഷിക്കുക. മീന ത്തിന്റെ അന്ത്യബിന്ദു രേവതിയോട് ഇണങ്ങുന്നു.ആ ബിന്ദു ചന്ദ്രനുനേരെ വെക്കുക.കേന്ദ്രത്തിലൂടെ ചന്ദ്രനിരീക്ഷണം ചെയ്യുകചന്ദ്രന്റെ കേന്ദ്രവും എക്ലിപ്റ്റി ക്കും തമ്മിലുള്ള ദൂരം കണക്കാക്കുക.ഇതാണ് വിക്ഷേപം(ധ്രുവാക്ഷാംശം).പിറ്റേന്നും നിരീക്ഷിക്കുക.വ്യത്യാസം രേഖപ്പെടുത്തുക.മദ്ധ്യഗതിയും സ്ഫുടഗതിയും സ്ഫുടഗ്രഹം മദ്ധ്യഖഗംപ്രകൽപ്പ്യ എന്ന നിയമമനുസരിച്ച് കാണുക.

സ്ഫുടഗ്രഹം മദ്ധ്യഗതിം പ്രകൽപ്യ കൃത്വാഫലേമന്ദചലേ യഥോക്തേ താഭ്യാം മുഹർവ്യസ്തധനർണ്ണകാഭ്യാം സുസംസ്കൃതോമദ്ധ്യഖഗോഭവേത് സഃ

സ്ഫുടമദ്ധ്യഗ്രഹങ്ങളുടെ സ്ഫുടം ആവർത്തിച്ച് ചെയ്ത് (മന്ദശീഘ്രങ്ങളെ പ്രയോ ഗിച്ച്)ശരിയായ ഉത്തരം കിട്ടും.ഇത് successive approximation കൊണ്ട് മദ്ധ്യഗതി കണ്ട് പിന്നെ സ്ഫുടം കാണുന്നരീതിയാണ്.സൂര്യന്റെ ഭ്രമണകാലത്തെ സൂര്യചന്ദ്രയോഗം കണ്ട് ചന്ദ്രന്റെ മദ്ധ്യഗതി ഗണിക്കുക. യോഗത്തോട് സൂര്യഭ്രമണസംഖ്യ (ഒരു വർഷം 1 എന്നെടുത്ത്)കൂട്ടിയാൽ ചന്ദ്രഭ്രമണം കിട്ടും.ആര്യഭട്ടനും സോമേശ്വരനും ഇത് പറയുന്നുണ്ട്.വർഷത്തിലെ സിഡറിയല് ദിനം വർഷത്തിലെ ചന്ദ്രദിനത്തിൽനിന്ന് കിഴിക്കുന്നതാണ് വർഷത്തിലെ ചന്ദ്രഭ്രമണസംഖ്യ. ചന്ദ്രന്റെ ഏറ്റവും ചെറിയ ദിനം ചന്ദ്രനും ഭൂമിയും അടുത്തു വരുന്ന അപ്പോജിയാണ്.സ്പടഗതി ഏറ്റവും ചെറുതായ ദിനം കാണാൻ ചന്ദ്രഗതി ദിനവും ഗോളബന്ധത്തിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കണം. ഏറ്റവും ചെറിയ ദിനം ചന്ദ്ര സ്ഥാനം ഉച്ചത്തില്(അപ്പോജി)ആണെന്നും അന്ന് ചന്ദ്രന്റെ മദ്ധ്യഗതിയും സ്പടഗതിയും ഒന്നുതന്നെയാണെന്നുമുള്ള അറിവ് ഇന്ത്യക്കാർക്കുണ്ടായത് ഈ നിരീക്ഷണഫലമായാണ്. ഒരു ചന്ദ്രഭമണകാലശേഷം സ്പടഗതി ഏറ്റവും ചെറു തായ ദിനം കാണുന്നു. ഈ രണ്ടുബിന്ദുക്കളുടേയും ഡിഗ്രി(അതായത്, അനോമ

ലിസ്റ്റിക് മാസത്തിലെ അപോജിയുടെ ഗതിയും അനോമലിസ്റ്റിക്കാ മാസവും)ചന്ദ്രന്റെ അപ്പോജിയുടെ ഭഗണം അവയുടെ റേഷ്യോ അഥവാ അനുപാത ത്തിൽനിന്ന് അറിയാം. അതേസമയം യഷ്ടിയന്ത്രം കൊണ്ട് ചന്ദ്രസ്ഫുടഗതി ദിവസവും കാണുന്നു.അത് കർത്തരിയന്ത്രത്തിന്റെ അഗ്രത്തിന്റെ കോണിക ദൂരമാണ്. ഇത് തുടർച്ചയായി രണ്ട് ദിനത്തിലേത് കാണണം.സോമേശ്വരൻ കൃഷ്ണപക്ഷത്തിൽ ഘടീയന്ത്രം കൊണ്ട് സൂര്യാസ്തമയം മുതല് ചന്ദ്രോദയം വരെയുള്ള കാലം അളന്ന് ചന്ദ്രസ്ഥാനം(സ്ഫുടം)അതിൽനിന്ന് ഗണിക്കുന്നു. പിന്നീട് തുടരെയുള്ള നിരീക്ഷണമാർഗ്ഗമുപയോഗിച്ച് ചന്ദ്രന്റെ സ്പുടഗതി കാണുന്നു.

ചന്ദ്രന്റെ പാതം (nodes)

ചന്ദ്രന്റെ അപ്പോജിയെ അതിന്റെ തെക്കേ ധ്രുവഅക്ഷാംശം കുറയുമ്പോൾ, ധ്രുവാക്ഷാംശം 0 ആകുംവരെ എല്ലാ ദിനവും നിരീക്ഷിക്കണം.ചന്ദ്രസ്ഥാനം എക്ലിപ്റ്റിക് വൃത്തത്തിൽ ദോളബന്ധത്തില് രേഖപ്പെടുത്തണം. അതാണ് പാതം. ഒരു ഭ്രമണശേഷം പാതസ്ഥാനം വീണ്ടും നിശ്ചയിക്കണം. അത് ആദ്യസ്ഥാനത്തുനിന്ന് പടിഞ്ഞാറായിരിക്കും. അതായത് ചന്ദ്രപാതത്തിന്റെ ഗതി വക്രമാണ്.ഈ ബിന്ദുക്കളറിഞ്ഞ ശേഷം പാതമുഖത്തിലെ പാതഗതി,ദൈർഘ്യം ഭഗണം അഇവയുടെ അനുപാതം കിട്ടുന്നു. ചന്ദ്രസ്ഥാനം ആദ്യം യഷ്ടി ഉപയോഗിച്ച് നിർണ്ണയിക്കുക. (പാജത്തിന്റെ ധ്രുവാക്ഷാംശം അശ്വിനിയില് പൂജ്യമായിരിക്കുമ്പോള്)അതേ പാതസ്ഥാനത്ത് പിന്നീട് ചന്ദ്രനെത്തുന്നത് നിരീക്ഷിക്കുക. ഇപ്രകാരം പാതഗതി കാണാം. സോമേശ്വരൻ ചന്ദ്രപാതം കാണാനുള്ള മറ്റൊരു മാർഗ്ഗം പറയുന്നു. ചന്ദ്രഗ്രഹണകാലത്ത് ,ഗ്രഹണാദ്യം മുതൽ മദ്ധ്യം വരെ- ഗ്രഹണം പകുതിയാവുമ്പോളത്തെ ഘടികകള് കണ്ട് സൂര്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ദിനഗതിയിലുള്ള വ്യത്യാസം കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് 60 കൊണ്ടു ഹരിക്കുകഇതിന്റെ വർഗ്ഗത്തെ(സ്ക്വയർ)സമ്പർക്കത്തിന്റെ പകുതിയുടെ (അര)വർഗ്ഗത്തിൽനിന്ന് കിഴിക്കുക. കിട്ടിയതിന്റെ വർഗ്ഗമൂലമാണ് വിക്ഷേപം (ധ്രുവാക്ഷാംശം) അതിനെ അർദ്ധവ്യാസം (3438)കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് 270 കൊണ്ട് ഹരിക്കുക. ജ്യാക്കളുടെ പട്ടിക ഭുജചാപങ്ങളെ അറിയാനായി ഉപയോഗിക്കുക.

ഭൂച്ഛായയുടെ കേന്ദ്രത്തില് ധ്രുവാക്ഷാംശം പൂജ്യമായതിനാല് ഈ മാർഗ്ഗം വളരെ വ്യക്തമാണ്. ചന്ദ്രന്റെ ധ്രുവാക്ഷാംശം ഗ്രഹണമദ്ധ്യ കാലത്ത് ചന്ദ്രന്റെ കോണികദൂരം(ഭൂച്ഛായാകേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന്) പൈത്തഗോ റിയൻ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ചാണ് മനസ്സിലാവുന്നത്.ചന്ദ്രന്റെ മാക്സിമം ധ്രുവാക്ഷാംശം 270 മി.(4 ഡി.30 മി).ഇിനോട് അനുപാതത്തിലാണ് ചന്ദ്രന്റെ ഭുജം. ചന്ദ്രന്റെ ഭുജവും ധ്രുവാക്ഷാംശവും ഒന്നാണ്, ധ്രുവാക്ഷാംശം വളരെ ചെറുതാവുമ്പോൾ. മറ്റൊരു മാർഗ്ഗം ശങ്കുഛായയിൽനിന്ന് കണക്കാക്കുന്നതാണ്.

സൂര്യന്റെ അപ്പോജിഃ- സൂര്യന്റെ ഏറ്റവും ചെറിയ സ്ഫുടഗതിയിൽനിന്ന് ഈ സ്ഥാനം കാണാം. സൂര്യൻ മിഥുനത്തിലാവുമ്പോൾ, രേവതിയുടെ ഉദയബിന്ദുവിനും സൂര്യോദയത്തിനുമിടയിലുള്ള ഘടികകൾ (മീനാന്ത്യത്തിലെ ലഗ്നം)കാണുക. അതാണ് സൂര്യന്റെ സ്ഫുടഗതി. പിറ്റേന്നും നിരീക്ഷണം തുടരണം. സ്ഫുടസൂര്യന്റെ ദിനംതോറുമുള്ള വ്യത്യാസം സ്ഫുടഗതി തരുന്നു. ഏറ്റവും ചെറിയ ഗതിയുള്ള ദിനം സൂര്യന്റെ ഉച്ചം(അപ്പോജി). ഒരു വ്യക്തിയുടെ ജീവിതകാലത്ത് 100 വർഷം സൂര്യന്റെ അപ്പോജി നിരീക്ഷിക്കുക എന്നത് വിഷമമാണ്.എങ്കിലും ,ചന്ദ്രന്റെ അപ്പോജി പോലെത്തന്നെ സൂര്യന്റേയും വിദ്വാന്മാർ മനസ്സിലാക്കിയിരിക്കുന്നു. വർഷത്തേയോ മറ്റ് അഹർഗ്ഗണങ്ങളേയോ പോലെ കൽപ്പത്തിലും യുഗത്തിലും എത്ര ഭഗണമെന്ന് കൃത്യമായി അവർ കുട്ടകം (indeterminate equations) ഉപയോഗിച്ച് മനസ്സിലാക്കി. മാദ്ധ്യന്ദിനഛായയിൽനിന്നും മദ്ധ്യസ്ഥാനത്തുനിന്നും സൂര്യന്റെ സ്പുടഗതി,സ്പുടസ്ഥാനം ഇവ മനസ്സിലാക്കാം. അപ്രകാരം അപ്പോജിസ്ഥാനവും നിരന്തരനിരീക്ഷണത്താലാണ് വിദ്വാന്മാരറിഞ്ഞത്. ഭൂമിക്കെന്നപോലെ ഇതരഗ്രഹങ്ങൾക്കും ശീഘ്രോച്ചമന്ദോച്ചങ്ങളുണ്ട്. അതിനാൽ മദ്ധ്യഗതിയിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങളുമുണ്ട്. ഇവയുടെ സ്ഫുടവും കാണണം.ശീഘ്രോച്ചത്തിന്റെ ഭഗണം സൂര്യന്റേതുതന്നെയാണ്.ശനി,ഗുരു,കുജാദികളുടെ മുന്നിലായി സൂര്യൻ വന്നാൽസ്ഫുടഗ്രഹം മദ്ധ്യഗ്രഹത്തിന്റെ മുന്നിലായിരിക്കും. സൂര്യൻ ഇവരുടെ പിന്നിലാണെങ്കിൽമറിച്ചുമാണ്.ഈ മൂന്നുഗ്രഹങ്ങളുടെ ശീഘ്രോച്ചം സൂര്യന്റേതുതന്നെയായതുകൊണ്ട് സൂര്യഭഗണം തന്നെ ശീഘ്രോച്ചഭഗണം.ഗ്രഹമന്ദസ്ഫുടം നിരീക്ഷവിച്ച സ്പുടഗ്രഹത്തിൽനിന്നു കാണുക.ശീഘ്രഫലം നിരീക്ഷിച്ച ഗ്രഹത്തിൽനിന്ന് (സക്സസ്സീവ് അപ്രോക്സിമേഷനിലൂടെ കണ്ട്)കിഴിച്ചതാണ് മന്ദഫലം.മന്ദഫലം 0

ആകുന്നതെപ്പോഴെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കണം.ആ ദിനത്തിലെ ഗ്രഹസ്ഥാനം മന്ദോച്ചം അഥവാ അപ്പോജിയാണ്.

മന്ദോച്ചം അറിയാമെങ്കില് ശീഘ്രോച്ചം കാണാനുള്ള വഴിഃ- ചക്രയന്ത്രം കൊണ്ട് സൂര്യന്റേയും ശുക്രന്റേയും കോണികഅകലം കാണുക.മന്ദഫലം സ്ഫുടശുക്രനിൽനിന്ന് കിഴിക്കണം. ഇതിന്റേയും മദ്ധ്യശുക്രന്റേയും(ഇത് മദ്ധ്യസൂര്യനു സമമാണ്) കോണികഅകലത്തില്നിന്ന് ശീഘ്രഫലം കിട്ടും. ശീഘ്രഫലം മാക്സിമമാവുമ്പോള്, ശീഘ്രോച്ചം ശുക്രന്റെ ദിശയ്ക്ക് ലംബമാണ്. ശീഘ്രോച്ചം സ്ഫുടശുക്രന് 90 ഡിഗ്രിയിലാണ് എന്നർത്ഥം. ബുധന്റെ ശീഘ്രോച്ചവും ഇങ്ങനെ കാണണം.ഗ്രഹങ്ങളുടെ പാതങ്ങളും ചന്ദ്രന്റേതുപോലെ നിശ്ചയിക്കാം. പുറത്തുള്ള ഗ്രഹങ്ങളിൽ പാതം മന്ദോച്ചബിന്ദുവോടും ,അകത്തുള്ളവയില് ശീഘ്രോച്ചബിന്ദുവോടും ചേർന്നിരിക്കും.

സൂര്യചന്ദ്രന്മാരുടെ വ്യാസം ഇംഗ്ലീഷിലെ വി എന്ന അക്ഷരത്തോടു സദൃശമായ യഷ്ടികൊണ്ട് നിർണ്ണയിക്കാമെന്ന് ഭാസ്കരാചാര്യന് അറിയാം. 32.31. 33 ആണ് അദ്ദേഹം തരുന്ന വ്യാസം. (സൂര്യന്റെ) പൂർണ്ണചന്ദ്രന്റെ വ്യാസം 32.0.9 എന്നും അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിച്ചു.

ആര്യഭട്ടനും വരാഹമിഹിരനും വേദകാലഋഷിമാരും ബ്രഹ്മഗുപ്തനും ഭാസ്കരനും അടക്കം എല്ലാ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞരും ശങ്കു ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ആര്യഭട്ടന്റെ ഛത്രമാണ് ഭാസ്കരൻ രണ്ടാമന്റെ ഫലകം. വരാഹമിഹിരന്റെ സമമണ്ഡല വൃത്തത്തെ ആധാരമാക്കിയതാണ് മിക്ക ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രഉപകരണങ്ങളും.യഷ്ടിയും അതിന്റെ വകഭേദങ്ങളായ ശലാകയും ശകടവും ,നാളകം,ധീയന്ത്രം, ചക്രം, പീഠം,നാഡീവലയം(ഭഗണം) കപാലം(കപാലകം)ധനുസ്, കാർമ്മുഖം, തുര്യ ഗോളകം,ഗോളം,ഗോളബന്ധം,വിവിധതരം ജലയന്ത്രങ്ങളും ക്ലെപ്സിഡ്രകളും (ഘടികാകപാലം),പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ജലഘടീയന്ത്രമെന്ന ക്ലെപ്സിഡ്ര ഇവ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്ര നിരീക്ഷണത്തിന് ഇവിടെ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. വേദാംഗകാലത്തുതന്നെ ക്ലെപ്സിഡ്രയും ശങ്കുവും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു.The Indian concept of perpetual motion eventually lead to the modern power technology (Lynn White) ഈ ഉദ്ധരണി വളരെ അർത്ഥവത്താണ്. എന്നാലും ലിൻവൈറ്റ് വിചാരിച്ചത്

പന്ത്രണ്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഭാസ്കരാചാര്യനാണ് ശാശ്വതചലനം ചെയ്യുന്ന ഗോളും ഗോളയന്ത്രവും ആദ്യം ഉപയോഗിച്ചതെന്നാണ്. ശ്രീരാമുല രാജേശ്വരശർമ്മ (അലിഗർ യൂണിവേഴ്സിറ്റി) ഏഴാം നൂറ്റാണ്ടിൽത്തന്നെ ബ്രഹ്മഗുപ്തനും ഇതറിയാമായിരുന്നു എന്നു സ്ഥാപിക്കുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ വേദാംഗജ്യോതിഷകാലത്തു തന്നെ സ്ഥിരമായി ഭ്രമണം ചെയ്ത് കൽപ്പയുഗാദികളുണ്ടാക്കുന്ന പ്രപഞ്ച സംവിധാനത്തെ ധ്രുവഭ്രമണയന്ത്രം കൊണ്ട് അളക്കാനുള്ള വിവേകം ഇന്ത്യക്കാർ പ്രകടിപ്പിച്ചിരുന്നു എന്ന് അവരുടെ കാലഗണന കാണിക്കുന്നു.ഇന്ത്യക്കാരുടെ ദിക്സാധനാമാർഗ്ഗം അവലംബിച്ച് അറബികള് മദ്ധ്യഭാഗത്തെ ചാപം കാണാനുള്ള ഉപകരണവും ക്വാഡ്രയും ഉണ്ടാക്കി.അവരതിനെ ഇന്ത്യക്കാരുടെ വൃത്തമെന്നാണ് വിളിച്ചിരുന്നത്. മുഗളരുടെ മിനിയേച്ചർ പെയിന്റിങ്ങുകളില് ജ്യോതിഷികളുടെ കയ്യിൽ കാണുന്ന ഒരുപകരണം ആദ്യം റിങ്ങ് ഡയലാണെന്ന് വിചാരിച്ചിരുന്നു. ഇത് യൂറോപ്പിലാകെ പ്രചാരത്തിലിരുന്ന ഉപകരണമാണ്. എന്നാൽ,സവായ് ജയസിംഹന്റെ ജന്ത്രനമന്ദിരത്തിൽ 2 എണ്ണമുള്ളതില് ഒന്നില് ചൂഡായന്ത്രമെന്ന് എഴുതിയിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ യന്ത്രപ്രകാശത്തിൽ ചൂഡായന്ത്രത്തിന്റെ വിവരണമുണ്ട്. ആര്യഭടനും ചൂഡായന്ത്രത്തെ പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. വരാഹമിഹിരൻ ഇതിനെ വലയയന്ത്രമെന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. 1428ലെ രാമചന്ദ്രന്റെ യന്ത്രപ്രകാശത്തിൽ 3 തരം വലയയന്ത്രങ്ങളുണ്ടെന്നും അതിലൊന്നിനെ ചൂഡായന്ത്രമെന്നു വിളിക്കുന്നു എന്നും പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

ബാബുർന്നാമയില് ഹിന്ദുസ്ഥാനിലെ പ്രധാനനഗരങ്ങളിലെല്ലാം ഘടികാരങ്ങളുണ്ടെന്നും അവനോക്കി സമയമറിയിക്കാനുള്ള ഉദ്യോഗസ്ഥരുടെ പേരും ഘടിയാളികളാണെന്നും എഴുതിയിരിക്കുന്നു.പഹറും(പ്രഹരം) ഘടിയും അവരാണ് പെരുമ്പറ കൊട്ടി അറിയിക്കുക.ഐനിഅക്ബാരിയിലും ഈ ഉദ്യോഗസ്ഥരെക്കുറിച്ച് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.ഖഗോളകേന്ദ്രത്തിന്റെ തലത്തിലുള്ളതും പ്രാദേശികഅക്ഷാംശത്തിനോടുസമമായ കോണിലുള്ളതും ആയ ഒരു ഹൊറിസോണ്ടലായ ഡയലും ലംബമായി ത്രികോണാകൃതിയിലുള്ള ശങ്കുവും ആണ് ക്ഷേത്രങ്ങളിലും മറ്റും ഏറ്റവുമധികം കാണുന്ന ഉപകരണമെന്നും രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.ജയ്സിങ്ങ് ഇതിനെ പലഭായന്ത്രമെന്നു വിളിക്കുന്നു. വരാഹമിഹിരനും പലഭ എന്ന വാക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു.ഇത്തരം ത്രികോണാകൃതിയുള്ള ശങ്കുവും വൃത്താകൃതിയിലുള്ള

സമവൃത്തമണ്ഡലവേദിയും ഇന്ത്യയിലെ പാലിയോലിത്തിക് സൈറ്റുകളിലുണ്ട്. പഴയ ക്ഷേത്രങ്ങളിലും (കേരളത്തിലെ) പലവിധം ഉപകരണങ്ങള് കാണുന്നു.

ഹൊറിസോണ്ടലായ ശങ്കു ലംബമായ ചുമരില് ഒരു ദ്വാരം വഴി ഉറപ്പിച്ചതും കാണുന്നു. വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഒരു പ്രിസ്മാറ്റിക് കൊളത്തിലാണ് (മരംകൊണ്ട്) ഇത് പിടിപ്പിക്കുക.ഇതിന്റെ പലവിധം ദാരുരൂപങ്ങളുമുണ്ട്. പ്രതോദയന്ത്രം അഥവാ കാശാ(ചാട്ടവാർ)യന്ത്രം ഇസ്ലാമിക് ലോകത്ത് ചാബൂകയന്ത്രം(ചാബൂക് ചാട്ടവാർ) എന്നറിയുന്നു. 3 അടി നീളം. മരമാണ് സ്റ്റൈയിലായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ആനക്കൊമ്പുകൊണ്ട് ഉള്ള ഒരു ഉപകരണം (ഇന്ത്യയിലെ) റോക്ക്ഫോഡ് മ്യൂസിയത്തിലുണ്ട്.ഓക്സ്ഫോഡിലെ മ്യൂസിയത്തിലുള്ളതിൽ ഉരുക്കുയന്ത്രമാണ്. ഇവയെല്ലാം പടിഞ്ഞാറേ ഇന്ത്യയിലുണ്ടാക്കിയവയാണെന്നും കാണുന്നു. നാവികരായ പടിഞ്ഞാറൻതീരവാസികളാണ് ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങള് ഉപയോഗിക്കുന്നതിലും ഉണ്ടാക്കുന്നതിലും വിദഗ്ധരായിരുന്നത്. തുരീയയന്ത്രങ്ങളും ധ്രുവഭ്രമണയന്ത്രങ്ങളും ഇവിടെ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു.